

Phyt.

212

t

4^o
Phys.
212^t

Meltemis

Beiträge
zur Kenntniss
der Rhizocarpeen.

Von

Dr. med. Georg Mettenius.

Mit drei lithographirten Tafeln.

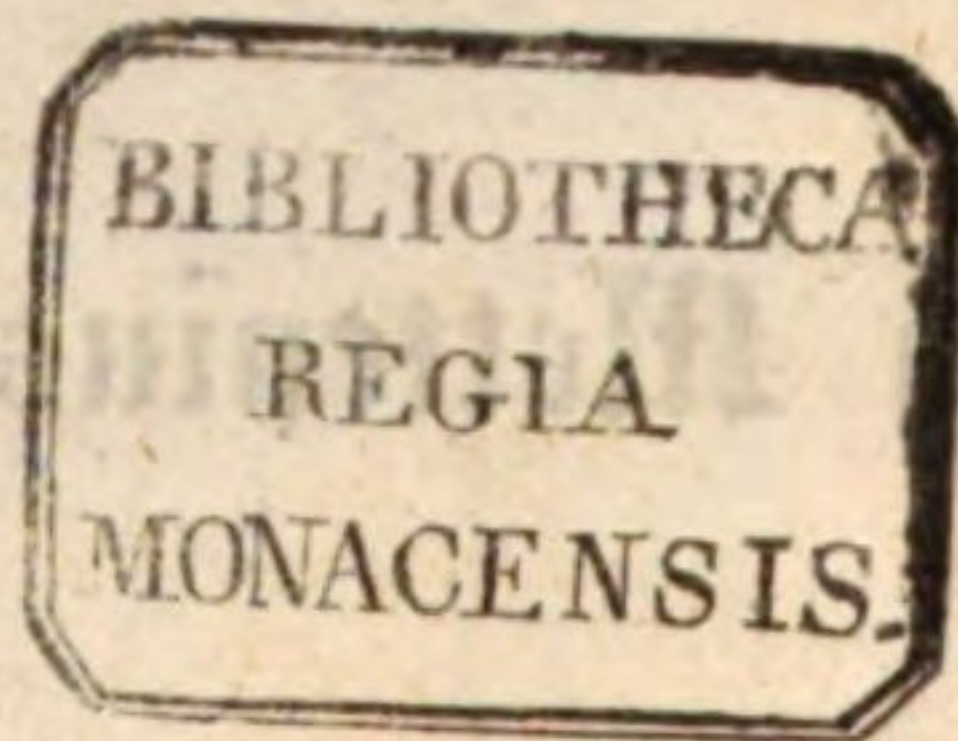
Frankfurt am Main, 1846.

In Commission in der S. Schmerber'schen Buchhandlung.

(Nachfolger Heinrich Keller.)

447. a.

der Rhinoceros
zur Kenntnis
Beilage



Frankfurt am Main, 1846.

Veröffentlicht von der
Königlichen Bibliothek zu München

Herrn

Gottl. Wilhelm Bischoff,

Professor der Botanik in Heidelberg, etc.

Hochachtungsvoll

der Verfasser.

Herrn

Gott Wilhelm Tischbein

Professor der Poesie in Heidelberg

Hochachtungsvoll

der Verfasser

Vorrede.

Die meisten Schriftsteller über die Familie der *Rhizocarpeen* beschäftigten sich mit der Untersuchung des ausgebildeten Zustandes und der Bedeutung der beiderlei Fortpflanzungsorgane, während die Entwicklungsgeschichte dieser Theile beinahe völlig vernachlässigt wurde. Diese Lücke auszufüllen, soll auf folgenden Blättern versucht werden ⁽¹⁾.

Das Interesse an dieser Familie, welches durch *Schleiden's* Entdeckungen noch vermehrt wurde, veranlasste mich, da ich während längerer Zeit *Salvinia natans* lebend zu beobachten Gelegenheit hatte, diese Untersuchungen vorzunehmen, und durch die gefällige Mittheilung von Herrn Prof. *Al. Braun*, durch dessen vielfache Belehrungen meine Arbeit wesentlich gefördert wurde, war es mir möglich, meine Untersuchungen auch auf *Pilularia* und *Marsilea* auszudehnen. Doch blieben dieselben hier unvollkommener als an *Salvinia*.

(1) In meiner Inauguraldissertation „*De Salvinia*“ gab ich bereits die Entwicklung von Ovarium und Anthere von *Salvinia natans*.

Wiewohl der Streit über die physiologische Bedeutung der Fortpflanzungsorgane durch *Schleiden's* Entdeckung der Befruchtung entschieden ist, so sind dennoch noch keineswegs sämtliche Punkte, deren Erörterung sich hiebei aufdrängt, als erledigt zu betrachten, und ich glaube auch in diesem Theil meiner Arbeit, wenn auch meine eignen Beobachtungen über die Befruchtung, die Entstehung des Embryos in dem Ende des eingedrungenen Pollenschlauchs, unvollständig geblieben sind, wenigstens einige Beiträge zur genaueren Kenntniss des Keimens liefern zu können.

Heidelberg, am 1. October 1845.

Die Fortpflanzungsorgane der *Rhizocarpeen* nahmen von jeher die Aufmerksamkeit der Botaniker in Anspruch, so dass der Streit, der über ihre Beschaffenheit und Bedeutung geführt wurde, sich durch die ganze Geschichte dieser Familie hinzieht.

Micheli ⁽¹⁾ hielt bei *Salvinia natans* die gegliederten Haare auf der Oberfläche der Blätter für Antheren, die Receptacula für einkapselige mit eirunden Samen gefüllte Früchte.

B. de Jussieu beschrieb in zwei klassischen Abhandlungen *Pilularia globulifera* ⁽²⁾ und *Marsilea quadrifolia* als *Lemna* ⁽³⁾. Die Stellung der Aeste und Blätter, die zelligen Säckchen der grossen und kleinen Körner, deren Anordnung in den Behältern waren ihm genau bekannt. Das Receptaculum betrachtete er als calyx communis, jede Abtheilung desselben als calyx proprius, der eine Zwitterblüthe einschliesse, da er die grossen Körner mit der gelatinösen Schichte für Pistille, die Spitze derselben als Narbe, die kleinen für stamina hielt. Bei dem Keimen von *Pil.* sah er aus der Oeffnung der Narbe eine grüne Knospe austreten, deren äusserer Theil zerriss und deren innerer sich nach zwei entgegengesetzten Seiten zu Blatt und Wurzel entwickelte. Er stellte sie desshalb zu den *Monocotyledonen*, verglich aber die zelligen Säckchen der Körner mit dem Sporangium der Farne, dem der Ring fehle. Ebenso machte er auf die in der Jugend eingerollten Blätter aufmerksam. Seine Abbildungen stellen die Richtung des Ovulums richtig dar.

Linné ⁽⁴⁾ suchte die Antheren in Haaren, bei *Salvinia* auf der obern Fläche der Blätter, bei *Marsilea* auf dem Receptaculum.

Die ersten genaueren Untersuchungen über *Salvinia* lieferte *Guettard* ⁽⁵⁾; er wies nach, dass die Antheren *Linné's* und *Micheli's* nur Haare seien, erkannte, dass nur ein Receptaculum kurzgestielte weisse Körner, Pistille, alle übrigen hingegen langgestielte braune Körner, stamina, enthielten; die äussere Membran des Receptaculum betrachtete er als Kelch, die innere als pericarpium.

Necker ⁽⁶⁾ läugnete die Geschlechtsverschiedenheit beiderlei Körner.

⁽¹⁾ Nov. plant. gen. 1729 p. 107. S. 58.

⁽²⁾ Hist. d. l'acad. roy. d. scienc. 1739 p. 240. Aeltere Litt. p. 255.

⁽³⁾ l. c. 1740 p. 265 Aelt. Litt. p. 271.

⁽⁴⁾ Gen. plant. Ed. II. 1742 p. 508.

⁽⁵⁾ Hist. de l'acad. roy. d. scienc. 1762 p. 69 u. 545. Litt. p. 555.

⁽⁶⁾ Hist. et comment. Acad. Theod. Palat. Vol. III. 1775 p. 296.

Schreber ⁽¹⁾ hielt die kleinen Körner sämtlicher *Rhizocarpeen* für die männlichen, die grossen für die weiblichen Theile.

Hedwig ⁽²⁾ nahm bei *Salv.* wieder Haare am Grunde der Receptacula für Antheren, und betrachtete beiderlei Körner als weibliche Theile.

Weber und *Mohr* ⁽³⁾ beschrieben die grossen Körner als spora arillatae, die kleinen als spermatocystidia.

Rob. Brown ⁽⁴⁾ betrachtete den zelligen Sack der kleinen Körner als Anthere, diese selbst als Pollenkörner; die grossen als Ovarien, die eine doppelte Membran und einen körnigen Inhalt hätten.

Vaucher ⁽⁵⁾ sah bei dem Keimen von *Salvinia* die grossen Körner an der Spitze in drei Zähne platzen, zwischen diesen eine grüne Masse hervorstechen, die zwei Fortsätze nach abwärts schickte, und aus der sich ein gestieltes Blatt erhob, welches sich später spaltete und aus dieser Spalte die neue Pflanze mit zwei nach innen eingerollten Blättern hervorstach liess.

Martius ⁽⁶⁾ beschrieb bei *Pilularia* die kleinen Körner als semina opaca, den Inhalt der grossen als semina pellucida.

Sprengel ⁽⁷⁾, gestützt auf die Beobachtung einiger Entwicklungsstufen, behauptete, beiderlei Körner von *Salvinia* seien weibliche in verschiedenem Alter und die grossen entstanden nur zufällig.

Paola Savi ⁽⁸⁾ sah bei seinen Keimversuchen die grossen Körner von *Salvinia* allein nicht keimen und hielt desshalb die kleinen für Antheren.

Nach *Duvernoy* ⁽⁹⁾ bestehen die kleinen Körner von *Salvinia* aus einem porösen Kern, die grossen aus einem aussen festen, innen halboagulirten Perisperm, das Keimen beschrieb er wie *Vaucher*. Die Entstehung des Embryo aus dem halb flüssigen Perisperm fällt mit seiner Entwicklung zusammen. Er sah die grossen Körner separirt von den kleinen keimen, hielt letztere daher nicht für Antheren, sondern nur für Rudimente derselben.

Bischoff's Untersuchungen der *Rhizocarpeen* ⁽¹⁰⁾, erläutert durch ausgezeichnete Abbildungen, übertrafen bei weitem alle seiner Vorgänger. Die grossen Körner betrachtete er als Sporen, unterschied an ihnen den zelligen Sack, die äussere derbe Haut, Testa, die innere zarte Sporenhaut und den Inhalt, Kernmasse. Bei *Pil.* und *Mars.* ist die Testa von einer gelatinösen Schicht umgeben, die Querstreifen zeigt, aber nicht aus Zellen besteht. Bei *Pil.* ist die Sporenhaut an der Spitze zahnartig aufgeschlitzt, bei *Mars.* findet sich nach der Basis zu ein vorragendes Knöpfchen. Die kleinen Körner bestehen aus einer zelligen Hülle, die bei *Salv.* ein, bei *Pil.* und *Mars.* viele Körner einschliesst. Bei seinen

⁽¹⁾ Gen. Plant. 1791. Vol. II, p. 735.

⁽²⁾ Theoria generat. Ed. II 1798, p. 106 (Nach Bischoff, kryptog. Heft II p. 91.)

⁽³⁾ Bot. Taschenb. 1807. Tab. V.

⁽⁴⁾ Prodrom. flor. nov. Holl. Uebers. v. N. v. Esenbeck, III p. 23.

⁽⁵⁾ Anal. d. Mus. d'hist. nat. Tom. XVIII 1811 p. 404.

⁽⁶⁾ Flor. crypt. erlang. 1817 p. 10.

⁽⁷⁾ Magazin d. Ges. naturf. Freunde. Berlin. 1818. 8t. Jahrg. p. 106.

⁽⁸⁾ Biblioth. ital. Tom. XX (Nach Duvernoy diss. p. 6.)

⁽⁹⁾ Diss. inaug. de Salv. nat. etc. 1823.

⁽¹⁰⁾ Nov. act. Nat. curios. F. XIV. Pars. I. p. 47, u. Kryptog. Heft. II. 1828. p. 63 etc.

Keimversuchen entwickelten sich die grossen Sporen von *Salv.*, von den Körnern getrennt, ebenso gut, als mit ihnen. Zwischen den drei Zähnen der geplatzten Spore wucherte ein grünes Wülstchen hervor, das sich über die Spore ausdehnte und zu beiden Seiten derselben Fortsätze herabsteigen liess. Zwischen den chlorophyllhaltigen Zellen desselben war eine Reihe dunkler Puncte, die aus braunen Zellen bestanden. In seinem Innern entstand nun ein dunkler Fleck, über diesem ein Haufen rundlicher Zellen, ebenfalls von dunkler Farbe, welche sich vermehrten und von einem scheibenförmigen Schildchen eingeschlossen aus dem nun gespaltenen Keimwulst hervortraten. Dieses Schildchen erhob sich alsdann auf einem Stielchen, das neben seinem Centrum befestigt war und in dem Keimwulst wurzelte, spaltete sich in einer schon Vorbemerkten Linie und liess aus dieser Spalte das erste Blättchen der neuen Pflanze hervordringen, welche also zwei Entwicklungsstufen durchlaufen musste.

Bei dem Keimen von *Pilularia* trat die Sporenhaut am Grund der Spitze in einen geschlitzten Rand auseinander, ein grünes kegelförmiges Knöpfchen trat hervor und dehnte sich über die Spitze der Spore aus. Dieses wurde von einem zweiten Knöpfchen, dem sekundären Keimgebilde, durchbrochen, das mit dem Sporenhalt zusammenhing und sich in zwei Lappchen ausdehnte. In seiner Mitte erkannte er den ersten Knoten, der nach oben und unten Gefässe abschickte, für Blatt und Würzelchen der Keimpflanze, welche beide Lappchen durchbrachen und von ihnen an der Basis umschieden wurden. Dieses Scheidchen verschwand mit dem zweiten Blatt, das seitlich am Grunde des ersten hervorbrach; auf der entgegengesetzten Seite erschien das dritte Blatt. Pilz- oder algenartige Fäden hingen der Spore lange an.

Die Frucht von *Marsilea* beschrieb er, dem breiteren Durchmesser nach von einer Scheidewand durchzogen, die am Rücken der Frucht verdickt ist; beide Hälften sind durch sieben bis acht Querswände in Fächer getheilt, auf deren Rückseite sich eine erhabene Leiste hinzieht, der die Fructificationstheile ansitzen.

Ferner lieferte *Bischoff* die ersten Untersuchungen über den anatomischen Bau der *Rhizocarpeen*. Nach seiner Beschreibung besteht der Stengel aus einem centralen Gefässbündel, umgeben von Zellgewebe, das von Luftkanälen durchzogen wird. Das Gefässbündel schliesst eine dünne Markröhre ein und ist von einem braunen Zellenring umgeben, besteht bei *Pil.* und *Mars.* aus abrollbaren Spiralgefässen und aus zartwandigen, mit körniger Masse gefüllten Zellen. Bei *Salvinia* fehlen die Gefässe, und das äussere Zellgewebe besteht nur aus zwei Zellenlagen, von welchen die eine um das centrale Bündel liegt, die andere als Rinde oder Epidermis zu betrachten ist. Beide stehen durch die Scheidewände der Luftkanäle in Verbindung. Bei *Pil.* und *Mars.* finden sich am Stengel und Blattstiel, für welche die Blätter von *Pil.* gedeutet werden, Spaltöffnungen, auch wenn sie unter Wasser wachsen. Bei *Salv.* fehlen sie gänzlich. Zwischen der obern und untern Epidermis des Blatts findet sich hier eine Lage sechseckiger Parenchymzellen. Die Haare auf der obern Fläche der Blätter zeichnen sich durch das Fehlen der braunen Spitze von allen übrigen dieser Pflanze aus. Die Frucht von *Pil.* und *Mars.* besteht aus der Oberhaut, einem dunkelgefärbten dichten Zellgewebe, einer dickern Lage von faseriger Textur und aus lockerem Zellgewebe; das der innern Haut und der Scheidewände quillt im feuchten Zustand gallertartig auf. Spaltöffnungen fehlen der Oberhaut; die Haare,

die sie früher trug, schnüren sich an der Basis ab, und ihre Anheftungspunkte erscheinen als braune Punkte, die oft von kleinen Zellen umgrenzt sind. ⁽¹⁾

Martius ⁽²⁾ giebt bei der Beschreibung von *Marsilea brasiliensis* an, dass das centrale Gefässbündel des Stengels aus Treppengängen bestehe; die in der Mitte ein Bündelchen verlängerter, amyllumhaltiger Zellen einschliessen, dass die Sporen, die er als Nuss bezeichnet, im Innern von einer zarten Membran ausgekleidet seien und Amyllum enthielten und dass die kleinen Körner eine äussere festere und innere zartere Membran besässen.

Bei *Salvinia oblongifolia* ⁽³⁾ betrachtete er die Receptacula, die er als Indusien bezeichnet, als endständig, indem er angab: fructificatio terminalis, succrescentibus caule foliisque lateraliter deflexa. Die Fructificationstheile betrachtet er als Sporangien, von denen die grösseren eine Nuss, die kleineren ein rundes Korn einschliessen.

H. Mohl ⁽⁴⁾ sah die kleinen Sporen von *Pil.* und *Mars.* zu vierein in Mutterzellen entstehen.

J. G. Agardh ⁽⁵⁾ beschrieb *Pil.* in einigen Stücken genauer als seine Vorgänger. Er unterschied an den grössern Körnern, die er Samen nennt, den Körper, und den obern Theil, Deckel, der aus senkrecht stehenden Zellen bestehe und die mit fünf bis acht erhabenen Rippen besetzte Spitze trage. Die Wurzeln sollen nicht verästelt sein. Die Anordnung der Luftkanäle erörtert er ausführlich, hielt aber, durch Luftblasen getäuscht, die Intercellulargänge zwischen den Zellen der Scheidewände für offene, von einer eigenen Membran umgebene Röhren. Er sah die separirten Ovula keimen, aber später, als die mit den Antheren vereinigten.

Pietro Savi ⁽⁶⁾ sah bei genau angestellten Keimversuchen die separirten Ovula von *Salv.* platzen, einen grünen Wulst entwickeln, der stationär blieb, ohne dass die eigentliche Keimpflanze sich entfaltete. Er hielt desshalb die kleinen Körner zur Befruchtung nöthig.

In einem spätern Werke berichtigt *Bischoff* ⁽⁷⁾ einige seiner früheren Angaben. Die äussere Haut der Sporen besteht aus kleinen undurchsichtigen Zellen, die innere ist eine gleichförmige Membran; die Querstreifen in dem gelatinösen Ring bei *Pil.* und *Mars.* lassen auf zelligen Bau schliessen. Die Frucht von *Marsilea* ⁽⁸⁾ betrachtet er aus zwei Blättern gebildet, die Höckerchen an der Basis derselben als Rudimente der beiden andern. Jedes Fach besteht aus einer geschlossenen Membran, da man an jeder Scheidewand zwei aneinanderliegende unterscheiden kann. Diese Membran ist zu einer vertretenden Leiste eingeschlagen, die die Fructificationstheile trägt. Die Fächer bezeichnet er als indusia, die einen sorus einschliessen. Die ganze Frucht betrachtet er als achselständig, ihren Stiel mit dem des Blatts verwachsen. Bei *Pil.* besteht die Frucht aus vier Blättern, bei *Salvinia* hat sie mehr Aehnlichkeit mit einem Blattstiel.

⁽¹⁾ Da es nicht möglich ist, sämtliche Resultate dieser Untersuchungen mitzutheilen, so verweise ich im Uebrigen auf das Original selbst. Corda's Monograph. Rhizosperm. et Hepat. I. Heft. 1829 übergehe ich ganz, da seine Angaben schon von Andern berichtigt wurden.

⁽²⁾ Icon. select. plant. cryptog. flor. brasil. p. 121.

⁽³⁾ l. c. p. 128.

⁽⁴⁾ Flora 1833. I p. 43.

⁽⁵⁾ De Pilularia diss. 1833. Litt. p. 7.

⁽⁶⁾ Nuovo giorn. d. litterat. d. Pisa. 1854. n. 51. (nach Annal. d. scienc. nat. 1857 p. 229.)

⁽⁷⁾ Lehrb. der Botanik. 1856. II p. 110.

⁽⁸⁾ l. c. I p. 424.

Esprit Fabre ⁽¹⁾ stellte genaue Untersuchungen an *Marsilea Fabri Dunal* an. Durch die Abbildungen wird seine in einzelnen Stücken unklare Darstellung verständlich. Er erkannte, dass der Stiel der Frucht (involucrum) gegliedert ist, dass von dessen oberstem Glied, receptaculum, das zwischen den beiden Klappen der Frucht befestigt ist, Verästelungen ausgehen, die den Geschlechtsapparat umgeben, mit einander anastomosiren und in den Aehren endigen, die an einem schleimigten Wulst befestigt sind. Platzte die Frucht, so quoll dieser Wulst zu einem etliche Zoll langen Faden auf, hob die Aehren aus der Frucht hervor und trennte sich dann völlig von ihr los. Die Aehren stellen im trocknen Zustande die Scheidewände der Frucht dar und schliessen die Ovula und Antheren ein. Die Warze der Ovula ist gegen ihre Basis gerichtet, ihr hängen bei der Befruchtung die Pollenkörner an. Die separirten Ovula keimen nicht, entwickeln nicht einmal jenen stationär bleibenden Keimwulst, den *Pietro Savi* bei *Salvinia* sah. Bei dem Keimen, das er zuerst von einer *Marsilea* beschreibt, wuchs aus dem Ovulum ein kleines Stengelchen hervor, das in die Erde eindrang und nach unten Würzelchen, nach oben einen Faden, den Blattstiel des Cotyledon, trieb; allmählig entstanden andere Blattstiele, von denen der erste ein, der zweite zwei etc. Blätter trug; erst die spätern Blattstiele sah er eingerollt. Er stellte desshalb *Mars.* zu den *Monocotyledonen* ⁽²⁾.

Alexander Braun ⁽³⁾ betrachtete die Frucht von *Mars.* als ein nach Art der Fruchtblätter bei den Phanerogamen zusammengeschlagenes und in sich geschlossenes Foliolum, also für einen Theil des Blatts selbst, an dessen Stiel sie sitzt. Die Berippung des Foliolum ist fiederartig ⁽⁴⁾, auf den gabeltheiligen Seitenrippen liegen die Placenten auf, sind aber nicht mit ihnen verwachsen. Sie bleiben einfach und tragen Sporangien zweierlei Art. Jeder einzelne Sorus ist von einem geschlossenen Indusium bedeckt; durch das Auseinanderstossen der Indusien entstehen die Scheidewände der Frucht. ⁽⁵⁾ Die Indusien sämtlicher Sori stehen in Verbindung mit einem Gallertstreifen, welcher über die Mittelrippe des Foliolum (also in der obern Kante der Frucht) hinläuft und zur Zeit des Aufspringens der Frucht so mächtig aufquillt, dass er in Gestalt eines langen wurmförmigen Körpers ⁽⁶⁾ zwischen den Klappen der Frucht hervortritt und die gleichfalls aufquellenden Indusien, welche die sich ablösenden Placenten sammt Sporangien einschliessen, an seinen Seiten hängend mit sich aus der Frucht heraushebt. Die Fruchtbildung ist also mit der der Farne übereinstimmend; sie tragen Sporangien auf den Blättern.

K. Müller ⁽⁷⁾ beobachtete das Keimen von *Pil.* in einigen Punkten genauer als seine Vorgänger, in andern minder glücklich. Nach seiner Darstellung entwickelten sich zuerst die hyalinen Küchelchen des Eiweissstoffs des Inhalts, traten bis zu vier der Zahl nach aus, und nahmen eine gekrümmte Gestalt an. Aus dem Innern der Spore, die nun in

⁽¹⁾ Annal. des scienc. nat. 1837. VII p. 254. 1838 IX Tab. 15.

⁽²⁾ In Betreff von Einzelheiten, an denen diese Abhandlung sehr reich ist, verweise ich auf das Original.

⁽³⁾ Flora 1839 I p. 297.

⁽⁴⁾ Schnitzlein, Iconogr. fam. Heft II Marsileaceæ. Fig 7.

⁽⁵⁾ l. c. Fig. 8.

⁽⁶⁾ l. c. Fig. 4. (Auf der Tafel der Salviniaceæ stellt Fig. 6 junge Antheren und keine junge Sporen dar).

⁽⁷⁾ Flora 1840. p. 546.

vier Lappen geplatzt war, und aus den geplatzen Warzen an der Spitze derselben entwickelten sich grüne Massen, die vereinigt die Spitze der Spore umgaben, und deren Zellen sich zu langen Fäden ausdehnten, welche er für Cotyledonen hielt. Von der jungen Pflanze erschien dann zuerst der Stengel, dann das erste Blatt, eine häutige Scheide durchbrechend, und unter diesem das erste Würzelchen. Die grossen Sporen, von den kleinen getrennt, sah er nicht keimen.

Link ⁽¹⁾ beschrieb die Receptacula der *Rhizocarpeen* als sporidochia, der bei *Mars.* und *Salv.* aus Blättern, bei *Pil.* aus einem Ast entstanden seien. Die zelligen Säcke der kleinen Körner hielt er, da sie eine grumöse Masse und keine kugeligen Sporen einschlossen, für Antheren; die der grossen Sporen für Sporangien, ihren Inhalt aber für kugelige Sporen, die bei *Pil.* und *Mars.* mit einer kleinen Spalte versehen sei.

Döll ⁽²⁾ vermuthete, dass unter gewissen Verhältnissen auch die kleinen Sporen der *Rhizocarpeen* keimen könnten.

Schleiden ⁽³⁾ endlich erwies durch unmittelbare Beobachtung die Befruchtung der *Rhizocarpeen*. Da ich im Verlaufe dieser Abhandlung speciell auf Schleiden's Angaben eingehe, ausserdem das Original verbreitet genug ist, überhebe ich mich hier einer weiterer Erörterung seiner Entdeckungen ⁽⁴⁾.

Entwicklung und Bau der Receptacula von *Salvinia*.

Die jüngsten Receptacula, die ich untersuchte (0,02''' im Durchmesser), stellten eine nach oben abgerundete, cylindrische, oder mit etwas schmalerer Basis dem gemeinschaftlichen Stiel ansitzende parenchymatöse, nicht hohle Hervorragung dar (Taf. II, 50), deren Zellen fester oder lockerer vereinigt waren, und wenige Chlorophyllkörner enthielten. In der weiteren Entwicklung dieser Hervorragung verbreitet sich zunächst ihre Basis (Taf. II, 51, 60 a), deren äusserer Rand sich rings um die innere Masse frei erhebt und diese becherartig einschliesst (Taf. II, 52-54). Die erste Hervorragung enthält die Anlage der innern Membran des Receptaculum und aller Theile, die es später einschliesst, der sich erhebende Rand wird die äussere Membran desselben. Beide Theile vergrössern sich zunächst gleichmässig, dann aber wird das Wachsthum der äussern Membran vorwiegend; sie umgiebt den innern Theil immer mehr und mehr, entweder ringsum in gleicher Höhe (Taf. II, 55 u. 56), oder an einer Seite, wie meist, höher (Taf. II, 57), und überragt ihn endlich vollkommen (Taf. II, 58 u. 59). Die oberen Zellen dieser äusseren Membran sind vom Anfang an grösser als die der Basis, und erhalten nun, von der Gegend an, die der Spitze der umhüllten Masse entspricht, eine solche Ausdehnung

⁽¹⁾ Filie spec. 1841. p. 5.

⁽²⁾ Flora der Rheinlande, p. 41.

⁽³⁾ Grundzüge 1843. Pars II, p. 97 et sq. et al. I.

⁽⁴⁾ Von Griffith's Arbeit über Entwicklung von *Salvinia* und *Azolla*, (Bot. Zeit. 1845, p. 595), konnte ich weder wann noch wo sie erschienen, erfahren.

Valentine's Abhandlung über *Pil.* (Transact. of the Lin. Societ. XVIII, Tab. 33) war mir ebenfalls unzugänglich.

in die Länge, dass sie wie eine durchsichtige vorgezogene Spitze dem Receptaculum aufzusitzen scheinen (Taf. II, 58), dessen Längedurchmesser durch diese Entwicklung über den der Breite vorherrschend wird⁽¹⁾. Die Zellen dieser Spitze sind durchsichtig, lose verbunden, bilden Hervorragungen um die Oeffnung über dem inneren Theil, und verschliessen sie endlich, indem die zunächst die Oeffnung umgebenden sich nach innen neigen und miteinander verwachsen. An der Stelle der Oeffnung erhält dadurch die vorgezogene Spitze eine Vertiefung. Noch bevor die Oeffnung geschlossen ist (oft schon bei einem Durchmesser von $\frac{1}{12}$ ''') tritt eine Höhle im innern Theil auf, die dann nur von einer Zellenfläche, der innern Membran des Receptaculums, umgeben wird; ferner entstehen vor dieser Periode Luftkanäle zwischen den beiden Membranen (Taf. II, 59), indem diese an einzelnen Stellen der Länge nach miteinander verwachsen.

Die äussere Membran besteht ebenfalls aus einer Zellenfläche (ob von ihrer Entstehung an, wie es mir schien, lasse ich zweifelhaft), nur mit dem Unterschied, dass einzelne ihrer Zellen von der Basis nach der Spitze sich zu Haaren ausdehnen. Die Bildung der Zellen konnte ich in diesen Theilen nicht verfolgen, wiewohl Kerne sehr häufig vorkommen. Auf die Vergleichung der Entwicklung dieser Theile mit der des Ovulum der Phanerogamen komme ich später zurück.

Sämmtliche Zellen des geschlossenen Receptaculums dehnen sich nun in der Fläche aus, bis es seine normale Grösse von $1 - 1\frac{3}{4}$ ''' im Durchmesser erreicht hat. Seine längliche Gestalt geht dabei in eine niedergedrückte kugelige über, seine Spitze in ein kleines Wärrchen, dem die Vertiefung an der Stelle der früheren Oeffnung fehlt. Seine äussere Membran wird von vertical stehenden Furchen zwischen den rundlichen Vorsprüngen der Luftkanäle durchzogen. Sämmtliche Zellen sind plattgedrückte eckige Parenchymzellen, und enthalten Chlorophyllkörner. Die der äusseren Membran sind meist sechseckig und stehen mehr oder weniger in vertikalen Reihen; ein Theil von ihnen trägt Haare mit braunen Spitzen. Die der innern Membran sind unregelmässig eckig und grösser als die äussern. Zwölf Scheidewände, die ebenfalls aus einer Zellfläche bestehen, setzen die innere Membran mit den Längefurchen der äussern in Verbindung, und trennen den Zwischenraum zwischen beiden in ebenso viele Luftkanäle, welche von der Basis zur Spitze ununterbrochen verlaufen; horizontale Scheidewände, die sie nach *Schleiden* in die Quere theilen sollen, sah ich in keiner Altersperiode.

Endlich ist das Vorkommen von Spaltöffnungen auf der innern Membran des Receptaculums zu erwähnen, zumal da Spaltöffnungen innerhalb eines geschlossenen Raums nur sehr selten vorkommen, und hier noch nicht beschrieben sind. Diese finden sich nämlich (der Zahl nach 12 — 18 auf der ganzen innern Membran eines Receptaculums) an Stellen, wo 4 — 6 Zellen zusammenstossen, bestehen aus 2 halbmondförmigen oder eckigen Spaltöffnungszellen, die entweder in derselben Ebene mit den benachbarten Zellen (Taf. II, 25. 26. 27.), oder auf ihrer innern Fläche liegen, also in diesem Fall von den benachbarten Zellen überragt sind und gegen die Höhle des Receptaculums schauen. Der Intercellulargang hat vorwiegend häufig die Gestalt eines Vierecks, dessen Ecken oft noch in Spitzen ausgezogen sind (Taf. II, 25. 30. 32), eine Gestalt, wie ich sie bei den Spaltöffnungen anderer Pflanzen nie gesehen habe. An Membranen junger Receptacula schienen mir häufig diese Spalt-

(¹) Im Durchschnitt ist bis zu einer Länge von $\frac{1}{12}$ ''' der Breitendurchmesser grösser als der der Länge.

öffnungszellen in derselben Ebene mit den andern zu liegen, ohne dass eine Spur des Interzellulargangs vorhanden, oder dass dieser nur als ein feiner schwarzer Punkt (durch die in ihm enthaltene Luft) zu erkennen war. Die überaus häufig vorkommenden Abweichungen vom beschriebenen Bau (s. Taf. II, 27. 28. 30. 31 und deren Erklärung) machen mir ausserdem wahrscheinlich, dass sie nur durch Aenderung der Lage und Gestalt der Zellen der inneren Membran entstehen. Einfache Interzellulargänge an Stellen, wo mehrere Zellen zusammenstossen, kommen hier nur äusserst selten vor.

Entwicklung des zelligen Säckchens der Eichen und Antheren.

Sobald als in der innern ursprünglich parenchymatosen Masse der Receptacula, einerlei ob sie Antheren oder Ovula einschliessen, eine Höhle auftritt, wird diese von einer Menge Zellen erfüllt (T. II. 60 b.), welche so dicht aneinander liegen, dass man nur ihre abgerundeten, frei hervorragenden Enden sieht. Sie stellen die erste Anlage des zelligen Säckchens der Ovula und der Antheren dar und finden sich in den Receptaculis der Antheren in grösserer Anzahl als in denen der Ovula. Ihren Befestigungspunkt an der Basis der Receptacula erkennt man erst, wenn man sie trennt. Man sieht alsdann, dass kleinere locker vereinigte Zellen, die erste Anlage des Mittelsäulchens, unmittelbar diesen Punkt einnehmen, und dass die andern entweder einzeln oder zu mehreren (T. I. 43) von ihnen getragen werden, und zwar scheint nur erstere dieser Verschiedenheiten bei dem Ovulum, beide hingegen bei den Antheren vorzukommen. *Die einzelnen der hervorragenden Zellen selbst stimmen in dem Receptaculum der Antheren und Ovula vollkommen überein und sind nicht zu unterscheiden.*

In ihrem schleimig-körnigen Inhalt treten in der weiteren Entwicklung Kerne auf (T. I. a. b. 35 a.), und es entstehen zunächst zwei neue Zellen, die die Mutterzelle in zwei Hälften zu theilen scheinen, von denen die eine das freie abgerundete Ende, die andere das schmalere mit den Zellen des Mittelsäulchens in Verbindung stehende einnimmt (T. I. 35 b. c. d. 43). Aus Ersterer wird in der weiteren Entwicklung das Säckchen, aus Letzterer der Stiel desselben. In dieser beginnt nun zunächst der Zellenbildungsprozess (T. I. 1 c. 35 e. g.), und es entstehen mehrere horizontal übereinander liegende Zellen, womit in dem Stiel der Anthere, der immer nur aus einer Zellenlinie besteht und dessen erste Zelle schon die Breite des zukünftigen Stiels hat, die Zellenbildung beendet ist; in dem des Ovulum dagegen entstehen in diesen linienartig aneinander gereihten Zellen abermals neue, die sich aber neben einander legen (T. I. 1 d.), und dadurch einen aus mehreren Zellenreihen bestehenden Stiel zusammensetzen. Dieser Unterschied tritt schon sehr früh hervor und lässt mit Bestimmtheit die Ovula von den Antheren unterscheiden. Dann beginnt die Zellenbildung in der Endzelle, in welcher sich aber die neuen Zellen ohne Gesetz anordnen. Sehr häufig finden sich zuerst drei Zellen (T. I. 35 f. 38 c.), von denen jede mehr oder weniger ein Dritttheil der Endzelle einnimmt; diese ordnen sich alsdann vielleicht so an, wie in T. I. 36 (der mittlere Theil) 1 c. dargestellt, und in diesen entstehen dann neue Zellen. Zum Beweis meiner

Ansicht, dass die Zellen hier ohne bestimmte Reihenfolge entstehen, theile ich einige Beobachtungen mit, die jeder, der die Sache prüfen wird, noch vermehren kann. Zuweilen findet man nämlich nur eine neue Zelle in der Endzelle, die entweder die Seite (Taf. I. 37 d), den untern (Taf. I. 37 e) oder den obern (Taf. I. 37 f.) Theil derselben einnimmt und den übrigen Bildungsstoff, in dem hier ein Kern liegt, nach der entgegengesetzten Seite drängt; in andern Fällen finden sich gleichzeitig zwei Zellen, die entweder über (Taf. I. 37 a, b, c) oder nebeneinander (Taf. I. 36 links) liegen, oder die Endzelle halbiren und in diesem Fall eine runde Zelle im Innern einzuschliessen scheinen (Taf. I. 45 b). Durch Vermehrung dieser Zellen, auf welche Weise sie sich auch anordnen mögen, entsteht ein Säckchen, das aus einer Zellschichte besteht (T. I. 38, a, b; 39, a, b; 45, a; 6, a, b. 2, 44). Bevor ich diesen Punkt vorlasse, erwähne ich ferner, dass die Trennung der ersten Zelle in Stiel und Sack durch die erste Zellenbildung durchaus nicht immer nachzuweisen ist, und dass in andern Fällen, wo sie bestimmt stattgefunden, in der Endzelle zuerst die Zellenbildung weiter schreitet. (Taf. I. 36; 37 a, e, f; 38 a; 45 b). Die Zellenbildung selbst lässt sich hier ebenfalls nicht mit Sicherheit verfolgen; die Kerne, die man sehr häufig sieht (z. B. Taf. I. 37 b. 38 a, b.), haben eine blasse Farbe, sind von fein granulirter Beschaffenheit, treten nach Eindringen von Wasser schärfer umgrenzt hervor, und erhalten dadurch eine glänzend gelbliche Farbe. Nicht immer lassen sich in den jungen Zellen Kerne beobachten, sondern der Inhalt der Mutterzelle scheint zuweilen eine Höhle abzugrenzen, die von der Membran der neuen Zelle umschlossen wird (z. B. Taf. I. 37 e, f.); doch wage ich nicht dieses mit Gewissheit auszusprechen. — Zuerst hat das Säckchen sammt Stiel eine keulenförmige Gestalt, dann wird es auffallend breiter, nimmt eine längliche Gestalt an und der Stiel tritt deutlicher abgegrenzt hervor; dabei ist zu bemerken, dass das Säckchen des Ovulums immer breiter ist, als das der Anthere. Später nimmt es eine runde Gestalt an, die das der Anthere beibehält, das des Ovulum hingegen mit einer länglichen vertauscht. Bis zu einer gewissen Periode erscheinen sämmtliche Zellen des Säckchens von einem scharfen Rand umgeben zu sein (Taf. I. 6. 39), dann aber bilden die äussern Wände der Zellen Hervorragungen (Taf. I. 44). In Folge der weitem Ausdehnung in die Fläche werden sie abgeplattet. In ihrem Inhalt treten Stärkmehlkörner von blasser Farbe oder mit grünlichem Anflug auf, die sehr häufig in einem Haufen zusammengeballt oder zu vier tetraëdrisch verbunden etc. die Mitte der Zelle einnehmen; ausser ihnen kommen noch Chlorophyllkörner vor, die durch Jodtinktur eine braune Farbe erhalten.

Das Mittelsäulchen, dessen Entwicklung ich nicht weiter verfolgt habe, besteht nun aus unregelmässig eckigen, dicht vereinigten Parenchymzellen mit körnigem Inhalt, (die äusseren sind grösser wie die innern), zwischen welchen sich 8—10 feine Spiralgefässe aus dem gemeinschaftlichen Stiel des Receptaculums fortsetzen. Mit seinem schmälern Ende ist es an der Basis der Receptacula befestigt, mit seinem breiteren abgerundeten ragt es frei bis in die Mitte derselben. Das der Antheren ist schmaler und länger, das der Ovula kürzer und breiter. Sein Rand ist scharf umgränzt und zeigt einige Hervorragungen, an denen die Stiele der Ovula und Antheren befestigt sind. Erstere sind kürzer, breiter und bestehen aus mehreren Zellenreihen (Taf. I. 4), und finden sich in geringerer Anzahl, letztere hingegen sind schmaler, länger, zahlreicher und sind von 3-4 linienartig aneinandergereihten Zellen gebildet (Taf. I. 44), die sich bedeutend ausdehnen

und einen körnigen Inhalt, unter welchen auch Chlorophyllkörner vorkommen, besitzen. Letztere erscheinen ferner häufig verästelt, was dadurch entsteht, dass die Zellen des Mittelsäulchens, die früher mehrere Anlagen der Antheren trugen (Taf. I. 36, 43), sich auch ausdehnen und durch diese Ausdehnung von den übrigen trennen. (Der eigentliche Stiel der Antheren reicht also in diesen Fällen bis zur Vereinigung zweier Aeste, und der andere Theil, der auch zuweilen aus zwei Zellenreihen besteht, gehört dem Mittelsäulchen selbst an). Ueberhaupt scheint mir die Verschiedenheit der Gestalt und Zahl der Stiele von Ovulum und Anthere in der Entstehung begründet zu sein, da, wie erwähnt, die ersten Anlagen der Ovula nur einzeln, die der Antheren hingegen auch zu mehreren von den einzelnen ersten Zellen des Mittelsäulchens getragen werden.

Dieselbe Entwicklung wie das Säckchen von Ovulum und Anthere von *Salv.* besitzt das Sporangium der Farne.

Nach *Schleiden* ⁽¹⁾, der die Entwicklung desselben bei *Blechnum gracile* verfolgte, erhebt sich eine Zelle aus dem Blattparenchym, und sondert sich in zwei neue, eine cylindrische und eine kugelig-förmige. Durch neue Zellenbildung entsteht alsdann aus ersterer der Stiel des Sporangiums, in letzterer bilden die äussern der neuen Zellen die Wand des Sporangiums, die innern werden die Mutterzellen der Sporen etc. Später bildet ein Theil der Zellen der Wand den sogenannten Ring des Sporangiums etc. Meine eigenen Untersuchungen an *Aspidium filix mas*, *Pteris aquilina* bestätigen die Entwicklung des Sporangiums aus einer Zelle, wie sie *Schleiden* mittheilt, vollkommen; liessen mich aber darin zweifelhaft, ob gleichzeitig mit der Bildung der Wand des Sporangiums die Mutterzellen der Sporen entstehen.

Die äussere Aehnlichkeit der Säckchen von *Salvinia* mit dem Sporangium der Farne wurde von jeher anerkannt, und die übereinstimmende Entwicklung lässt an ihrer gleichen morphologischen Bedeutung nicht zweifeln.

Entwicklung des Inhalts der zelligen Säckchen.

Sobald als die Zellen des Säckchens der Ovula und Antheren eine Höhle umschliessen, wird diese von einem schmutzig weissen oder gelblichen Inhalt erfüllt, dessen Veränderungen wir nun ausführlich betrachten wollen. Wiewohl er durch das Säckchen durchschimmert, so muss er doch zur deutlicheren Beobachtung aus diesem entfernt werden, was man leicht durch einen leisen Druck mit einem Glasblättchen ausführen kann.

Dieser Inhalt besteht Anfangs aus einer geringen Menge einer amorphen durchsichtigen Masse, in welcher sehr kleine Körnchen, aber von verschiedener Grösse eingebettet sind. Mit der Vermehrung dieser Masse, die mit der Vergrösserung des Säckchens gleichen Schritt hält, häufen sich diese Körnchen an einzelnen Stellen an, und es entstehen grössere Körperchen, von fein granulirter Beschaffenheit, Zellenkerne, (Taf. I. 7 a, b, c;

⁽¹⁾ Grundzüge. Ed. I. Pars II, p. 85.

41 a), in welchen häufig ein kleineres, helleres, scharf umgrenztes Körperchen, das Kernkörperchen (Taf. I. 7 a, 41 a) zu sehen ist. Nach Eindringen von Wasser tritt die glänzend weisse oder gelbliche Farbe des Kerns intensiver, so wie der äussere Rand desselben schärfer umgrenzt hervor. Durch Jodtinktur wird der Bildungstoff gelblich-braun, die Kerne und Kernkörperchen braun gefärbt.

Zuweilen gelingt es, aus den Säckchen der Antheren von einer Grösse von 0,024—0,034''' den Inhalt in einer zusammenhängenden Masse (Taf. I. 51 c, d, 52) auszudrücken, die jedoch nicht scharf umgrenzt ist, und keine Spur einer umhüllenden Zellenmembran zeigt; nur zuweilen scheint sie durch scharfe nach innen vorspringende Contouren in Parthieen (Taf. I. 51, a, b) getrennt. Sie besteht aus dem beschriebenen Bildungstoff, indem Kerne von verschiedener Grösse in grosser Menge eingebettet sind, und wird durch Jodtinktur völlig gebräunt. Aus den Säckchen der Eichen ist es mir nie gelungen, den Inhalt in einer zusammenhängenden Masse auszudrücken, sondern es wird immer, wie auch das der Antheren nach der angegebenen Grösse locker von ihm ausgefüllt.

Die Kerne sind bei ihrer Entstehung von dem übrigen Bildungstoff dicht umgeben (Taf. I. 7 a, 41 a); dann tritt ein farbloser, durchsichtiger, leerer Ring um dieselben auf, indem der Bildungstoff sich in einer gewissen Entfernung um den Rand derselben hält (Taf. I. 7 b, 41 b) und nun entsteht an der äussern Grenze dieses Rings eine scharfe zarte Contour, die der Membran der neuen Zelle angehört (Taf. I, 7 d). Der Kern ist von dieser rings umschlossen, an einer Stelle an ihr befestigt und bildet ursprünglich allein ihren Inhalt (Taf. I. 7 d; 8 a, b; 42 a). Mit der Ausdehnung der Zellenmembran behält er entweder seine Beschaffenheit (Taf. I. 9, c, g; 42 d; 50, a), was im Allgemeinen seltener der Fall ist, oder er wird resorbirt (Taf. I. 9, b), und es treten kleinere Körnchen in verschiedener Menge auf (Taf. I. 9 a, f; 42 b), unter welchen das Kernkörperchen am längsten sichtbar zu bleiben scheint (Taf. I. 9 e, h, i; 17 b; 42 e; 50 b). Die Zellen selbst bleiben in der Regel sehr zart, und nur ausnahmsweise tritt ihre Contour schärfer hervor (Taf. I. 17, a, b). Ferner werden sie zuweilen an einer Seite nach innen verdickt (Taf. I. 9 d; 42 e) und zwar meist an der Stelle, wo der Kern oder das Kernkörperchen liegt (Taf. I. 9 e; 50 b).

In den Säckchen der Ovula dehnen sich diese Zellen nun immer mehr aus und werden Mutterzellen, indem in ihrem Inhalt vier Kerne (Taf. I. 10) mit oder ohne Kernkörperchen auftreten, und um diese sich neue Zellen bilden (Taf. I. 11-14), welche lockerer (Taf. I. 12, 13, 14) oder fester (Taf. I. 11) vereinigt, auf verschiedene Weise in der Mutterzelle gelagert, diese mehr oder weniger ausfüllen und meist durch schleimig körnige Massen (T. I. 12, 14) von einander getrennt sind. Diese Tochterzellen haben bei ihrem Entstehen ebenfalls eine äusserst zarte Membran, sind von runder Gestalt, an den Seiten aber, wo sie aneinanderlagen, durch den gegenseitigen Druck etwas abgeplattet, und mit drei Leisten versehen, die über die Zellenmembran hervorragen (Taf. I. 20).

Meist werden die Mutterzellen nach Bildung der Tochterzellen schnell resorbirt, worin wohl hauptsächlich der Grund liegt, dass man letztere von ersteren eingeschlossen nur so überaus selten beobachtet; in einzelnen Fällen aber bleiben sie länger erhalten und die Tochterzellen werden früher resorbirt. In diesen Fällen schliessen sie häufig nur eine ausgebildete Tochterzelle mit den drei Leisten ein, während die übrigen unausgebildet (Taf. I. 15, a, b), oder völlig verschwunden sind (Taf. I. 15 c). Dass in diesen Fällen

die drei andern Tochterzellen ausgebildet gewesen sein müssen, scheint mir durch die drei Leisten der noch übrigen bewiesen zu werden, da diese, wie bekannt, durch den gegenseitigen Druck vier tetraëdrisch vereinigter Zellen entstehen.

Ferner sah ich in den Eisäckchen einigemal bedeutend grössere Mutterzellen, von äusserst zarter Beschaffenheit, die eine Menge Bildungstoff, Zellkerne und Zellen, an denen zum Theil drei Leisten zu erkennen waren, einschlossen (Taf. I. 18, 19 a). Ihre Contouren traten erst nach Zusatz von Wasser oder Jodtinktur schärfer hervor, wie in Taf. I. 19 dargestellt, wo a die Zelle, wie sie aus dem Säckchen ausgedrückt, b wie sie nach Einwirkung einer verdünnten Jodtinktur erschien, darstellt.

In den Säckchen der Antheren kommen ebenfalls Tochterzellen vor, die durch die Gegenwart der drei Leisten leicht von den Mutterzellen unterschieden werden können, doch konnte ich sie nie von der Mutterzelle umschlossen beobachten, wiewohl ich sie häufig zu vieren, tetraëdrisch vereinigt, (T. I, 56) frei in dem Säckchen liegen sah, was auch in dem Eisäckchen oft (T. I, 16) vorkommt. Bevor ich die Entstehung der Tochterzellen innerhalb der Mutterzellen in dem Eisäckchen beobachtet hatte, hatte ich schon, zumal da ihre Grösse mit der der Mutterzellen bei ihrem Entstehen übereinstimmt, der Vermuthung Raum gegeben, dass diese selbst durch gegenseitigen Druck in dem Säckchen diese 3 Leisten erhielten. Ist auch diese Vermuthung durch die lockere Ausfüllung des Säckchens schon unwahrscheinlich, und wird sie durch die in dem Eisäckchen gemachten Beobachtungen direkt widerlegt, so glaubte ich doch diesen Punkt besonders hervorheben zu müssen, da das seltne Vorkommen der Mutterzellen, in der Periode, wo sie die Tochterzellen einschliessen, hier uns um so mehr befremden muss, da man sonst alle Stufen der Zellenbildung so leicht verfolgen kann.

Dieselben Verschiedenheiten, die wir bei den Mutterzellen gleich nach ihrer Entstehung gefunden haben, zeigen auch die Tochterzellen sowohl im Säckchen der Eichen als der Antheren. Wie bereits erwähnt, sind sie durch die 3 Leisten immer zu erkennen, und bei ihrem Entstehen nur dadurch von den Mutterzellen unterschieden, indem Grösse und Zartheit der Wandung in beiden übereinstimmen. Ihr Kern bleibt entweder wandständig (T. I, 20 a, b, 49 b) oder verschwindet (T. I, 20 c, e, 49 a, c, d), und ihre Membran wird häufig an einer Stelle verdickt (T. I, 20 c), und zwar meist an der, wo der Kern befestigt ist (T. I, 20 d. 53 a). In der weiteren Entwicklung aber wird ihre Membran selbst bedeutend dicker, indem die bisher äusserst zarte Contour (T. I, 20) stärker wird (T. I, 22 c; 49 a, b, 53 a, c), dann von einem feinen Ring umgeben erscheint (T. I, 49 c, d), dessen äusserer Rand ebenfalls scharf hervortritt (T. I, 22 a, b, 53 b, d), so dass zwei concentrische scharfe Contouren wahrzunehmen sind, die von der nun bedeutend dickeren Zellenmembran herrühren. Die Membran der Mutterzellen blieb immer zart (T. I, 9-15, 42, 50), und nur sehr selten sahen wir ihre Contour etwas schärfer hervortreten (T. I, 17 a, b). Die Tochterzellen in den Antheren sind nach der Seite, wo sie früher vereinigt waren, meist stärker abgeplattet (T. I, 54-55) und im Allgemeinen nicht so kugelig, bieten aber sonst keinen Unterschied von denen in den Säckchen des Eichens dar.

Ferner werden in den Säckchen der Eichen sowohl als in denen der Antheren Mutter- und Tochterzellen, erstere jedoch nur sehr selten (T. I, 17 a, b), von einer durchsichtigen, sehr zarten äusseren Membran umgeben (T. I, 23, 53, b, c, d, 54, 57),

die sie entweder an einer Stelle berührt (T. I, 21 a, c, 23), oder gleichmässig (T. I, 17 a, b, 21 b, 53 b, c, d) oder an einer Seite in weiterem Umfange umgiebt (T. I, 54, 57). Sie findet sich sowohl, wenn ihre Membran noch zart ist (T. I, 21), als auch wenn sie schärfer (T. I, 17 a, b, 23, 53 d, 57) hervorgetreten, und ihren Durchmesser erreicht hat (T. I, 53 b, d). Einmal sah ich 3 Tochterzellen durch die vorgezogenen Spitzen dieser äusseren Membran (T. I, 57) mit einander in Berührung stehen. Durch Jodtinktur nimmt die Membran der Tochterzellen eine gelbliche Farbe an, die äussere Haut bleibt ungefärbt.

Dies sind die Vorgänge, die sich in dem Inhalt der Säckchen der Eichen und Antheren zunächst ereignen und in beiden vollkommen übereinstimmen, und sich von dem Bildungsstoff an bis zu den Tochterzellen mit ihrer äussern Membran in demselben Säckchen gleichzeitig beobachten lassen. Gegen Ende dieser Periode werden die Mutterzellen bedeutend seltner, und die Tochterzellen füllen endlich allein mit dem übriggebliebenen Bildungsstoff das Säckchen locker an.

Bevor wir die nun auftretenden Unterschiede von Ovulum und Anthere verfolgen, möge es erlaubt sein, einige allgemeinere Fragen zu erörtern.

Die beschriebene Art der Bildung der Mutter- und Tochterzellen scheint mir am besten mit *Schleiden's* Theorie ⁽¹⁾ übereinzustimmen, nachdem diese auf *Mohl's* ⁽²⁾ Einwendungen dahin modificirt wurde, dass die Zellenmembran auch ursprünglich den Kern rings umschliesse. Den Primordialschlauch, der nach *Mohl* der Bildung der eigentlichen Zellenmembran vorangehen soll, konnte ich immer erst an älteren Zellen entweder mit oder ohne Anwendung von Reagentien erkennen (T. I, 23 a), in den jüngsten Zellen dagegen keinen andern Inhalt ausser dem Kern gewahr werden (T. I, 7 d, 8 a, b, 42 a). Doch sind hier Täuschungen um so eher möglich, da die Zellenmembran selbst durch Jod gelblich gefärbt wird.

Die Tochterzellen stimmen durch ihre Entstehung zu vierein innerhalb von Mutterzellen, sowie durch die 3 Leisten mit den Sporen der Kryptogamen im Wesentlichen überein. Die Entwicklung der äusseren zarten Haut konnte ich nicht verfolgen; dass sie mit der äussern Membran der Sporen oder Pollenkörner zu vergleichen sei, wird durch ihr Vorkommen um Mutterzellen (T. I, 17 a, b, 50 c) zweifelhaft.

Eine andere Frage, die erörtert zu werden verdient, ist die, ob hier in der Höhle des Säckchens, gleichsam in einem Interzellularraum, die neuen Zellen entstehen, oder ob *Schleiden's* Gesetz, dass überall bei den Pflanzen die Zellenbildung innerhalb von Mutterzellen fortschreite, bestätigt wird. Gehen wir auf die Entstehung des Säckchens zurück, so sahen wir, dass es mit einer Zelle beginnt, in der ohne bestimmtes Gesetz neue entstanden; dass diese neuen Zellen zuweilen, wie in Taf. I, 45 b, eine centrale Zelle zu umschliessen scheinen, dass aber in den meisten Fällen keine Spur einer solchen centralen Zelle zu sehen war, sondern dass der amorphe Inhalt die Höhle des Säckchens locker erfüllte; ebensowenig konnten wir in den Fällen, wenn der ganze Inhalt sich in einer Masse ausdrücken liess, eine umhüllende Zellenmembran erkennen. Es erscheint also hier wahrscheinlich, dass mit der Bildung der Wand des Säckchens

⁽¹⁾ Grundzüge, Ed. II. T. I. p. 200.

⁽²⁾ Bot. Zeit. 1844. p. 291.

der Bildungsstoff frei in der Höhle desselben liegt, und es liegen wenigstens keine Beobachtungen vor, die beweisen, dass gleichzeitig mit der Bildung des Säckchens auch Zellen in seiner Höhle entstehen, die den Bildungsstoff einschliessen. Aus diesem entstanden nun Kerne, Mutter- und Tochterzellen, die zusammen locker das Säckchen erfüllen. Einigemal fanden wir bedeutend grössere Mutterzellen (T. I, 18), die eine Menge Kerne und Zellen, denen zum Theil 3 Leisten aufgedrückt waren, enthielten. Da letztere Tochterzellen in einer kleineren Mutterzelle innerhalb der grösseren entstanden sein müssen, so ist es unzweifelhaft, dass zuweilen die gewöhnlichen Mutterzellen nicht frei in der Höhle des Säckchens, sondern in andern Zellen entstehen; dass aber jene grosse Zellen gleichzeitig mit der Bildung des Säckchens entstehen, keineswegs erwiesen; wenigstens waren sie immer noch von Bildungsstoff, Kernen und andern Zellen umgeben. Dass diese Frage in vorliegendem Fall unbedingt zu Gunsten der Analogie entschieden werden dürfe, glaube ich nicht, da die meisten Beobachtungen der Art ⁽¹⁾ an Orten angestellt sind, wo die Mutterzellen in bestimmter Ordnung aneinander liegen, wo gleichsam aus den ersten grossen Mutterzellen ein regelmässiges Zellgewebe entsteht, in dessen Zellen erst die Sporen sich entwickeln, und wo in Folge dieser geregelten Entstehung und Anordnung sämtliche Zellen in einer bestimmten Ausbildung sich befinden, während in den Säckchen von *Salvinia* alle Stufen der Zellenbildung von den Kernen bis zu den Tochterzellen, von dem übrigen Bildungsstoff umgeben, gleichzeitig vorkommen und es ohne Gesetz locker ausfüllen. ⁽²⁾

Weitere Entwicklung des Eichens.

1. Bildung des Embryosacks.

Eine von den Tochterzellen, die ungefähr in der Mitte des Säckchens liegt, dehnt sich nun aus und wird zum Embryosack (Taf. I. 4a). Gleichzeitig mit dieser Ausdehnung erhält sie eine gelbliche Farbe, während die andern Tochterzellen unverändert mit dem Rest des Bildungsstoffs sie umgeben; oder der Bildungsstoff concentrirt sich zu einem gelblichen Ring um dieselbe, schickt breitere oder feinere Strahlen nach der Wand des Säckchens, so dass sie dadurch in dessen Mitte gehalten zu werden scheint. Durch einen

⁽¹⁾ Vergl. *Lantzius Beninga* de evol. sporid. in capsul. muscor. Gött. 1844. *Nägeli*, Zeitsch. f. wissensch. Bot., Heft I. p. 172.

⁽²⁾ Bei den Antheridien der Moose und Lebermoose, wo dieselbe Frage schon vielfach erörtert worden, kommen bedeutende Verschiedenheiten vor. So ist das ganze Antheridium von *Polytrichum*, *Leucodon* von seinem ersten Auftreten bis zu seiner Ausbildung von einer Zelle umhüllt. In dieser entstehen Zellen zweierlei Art; die einen derselben bilden den zelligen Sack des Antheridiums, die andern werden die Spiralfadenzellen. Es findet also hier der ganze Zellenbildungsprozess innerhalb einer Zelle statt. — Bei *Sphagnum* dagegen stellte das jüngste Antheridium, das ich bis jetzt fand, eine langgestielte zellige Masse dar. Mit der weiteren Entwicklung bilden die äusseren Zellen dieser Masse den Sack des Antheridiums, und eine innere Zelle, die sich gleichmässig mit der Bildung desselben ausdehnt, schliesst die Spiralfadenzellen ein. — Bei andern verschwindet jene äussere Zelle, die bei *Polytrichum* so lange verharret, früher, und es scheint ebenso gut die Zellenbildung fortzudauern. — In wie weit die Antheridien genannter Pflanzen sich in diese Verschiedenheiten theilen, denke ich an einem andern Orte mitzutheilen.

vorsichtigen Druck gelingt es leicht, sie aus dem Säckchen zu entfernen und man kann alsdann ihre Beschaffenheit und ihre Veränderungen leichter verfolgen. Die gelbliche Farbe dieser Zelle rührt zunächst nur von einer schleimig körnigen Schicht her, die sich in ihrem Innern abgelagert hat, denn sobald man diese entfernt, wie oft schon nach Eindringen von Wasser geschieht, tritt die ehemalige weisse, durchsichtige Farbe wieder hervor. Durch Jodtinktur wird diese innere Schichte gelb-braun gefärbt, während die Zellenmembran selbst ungefärbt bleibt oder nur gelblich gefärbt wird. Einigemal sah ich sie bei einer Grösse, wie in Taf. I. 4 a noch von der äussern zarten Haut umgeben. Mit der weitem Ausdehnung, oder richtiger gesagt, mit dem weiteren Wachsthum dieser Zelle wird ihre Membran bedeutend dicker (Taf. I. 5 b, 24, 25, 26), und erhält nun wirklich eine gelbliche Farbe, und nimmt, nach Zusatz von Jodtinktur *constant eine roth-braune Farbe an*, sowohl wenn ihr Inhalt entfernt ist, als wenn er vorhanden ist. Gleichen Schritt mit dem Wachsthum dieser Zelle, des Embryosacks, hält die Resorption der ihn umgebenden Tochterzellen und des Bildungsstoffs, so dass erstere allmählig nur noch vereinzelt vorkommen (Taf. I. 5) und endlich völlig verschwinden und der Embryosack in Gestalt einer grossen kugelförmigen Zelle, nur von einer geringen Menge Bildungsstoff umgeben, das Säckchen (das sich während dieser Periode noch ausdehnt) ausfüllt. Ein Stadium, wo der Bildungsstoff völlig verschwunden, habe ich nicht beobachtet.

Die drei Leisten, das unzweideutigste Zeichen der Tochterzellen, finden sich anfangs unverändert auf seiner Membran (Taf. I. 4 a; 31 a, b), werden in Folge der Ausdehnung breiter, so dass jede derselben eine von zwei parallelen Linien umgebene Hervorragung darstellt (nie auch bei starker Vergrösserung schon auf den übrigen Tochterzellen zu erkennen ist) und verschwinden endlich vollkommen und zwar meist, bevor der Embryosack sein Wachsthum vollendet hat. Ferner besitzt der Embryosack constant einen wandständigen Kern (Taf. I. 25, 31) der meist gegen die zukünftige Spitze des Ovulums gerichtet ist, und gerade unter den drei Leisten liegt (Taf. I. 25), zuweilen aber auch in geringerer (Taf. I. 5 d) oder weiterer Entfernung (Taf. I. 31) von ihnen befestigt ist. Dieser Kern ist immer scharf umgrenzt (Taf. I. 24, 25, 26) und enthält häufig mehrere (bis zu 5) hellere, schärfer hervortretende Kernkörperchen (Taf. I. 24, 26). Er bleibt immer wandständig und wird meist von einer Zellenmembran umgeben (Taf. I. 5 d; 24, 26, 31 a), die ebenfalls scharf hervortritt, dem Embryosack anliegt und zuweilen von einer Duplicatur der schleimig-körnigen Schicht eingeschlossen wird (Taf. I. 24); oder er wird von keiner Zellenmembran umgeben, sondern es häufen sich eine Masse Körnchen um ihn an (Taf. I. 25). Sowohl der Kern, als auch seine Zelle nehmen mit dem Wachsthum des Embryosacks bedeutend an Grösse zu (Taf. I. 24, 26 vergl. mit 31 a). Ausser der bereits erwähnten schleimig-körnigen Schichte, die sich auch bei ziemlicher Ausdehnung durch Wasser noch ablöst (Taf. I. 5 c), wird der Embryosack von Körnchen dicht erfüllt. In diesem Inhalt entstehen nun, und zwar zuerst in der Umgebung der Zelle mit ihrem Kern, dann auch an andern Stellen, aber immer von der Membran ausgehend Zellen, die zuerst sehr klein, gleichsam nur als Höhlungen in dem Inhalt auftreten (Taf. I. 25, 31 a), allmählig aber eine bedeutende Grösse erreichen und den ganzen Embryosack ausfüllen, der alsdann wie von einem feinen maschigen Netz durchzogen erscheint (Taf. I. 26), indem zwischen den Wänden dieser Zellen, die sehr zarte, wenn auch scharf hervortretende Contouren haben, der übrige Inhalt vertheilt ist; und wirklich

war ich lange über ihre Zellennatur im Zweifel, bis es mir endlich gelang, sie theilweise unversehrt aus dem Embryosack auszudrücken. Einige dieser Zellen, die aneinander lagen, platteten sich gegenseitig ab, andere, die frei lagen, blieben rund und der übrige Inhalt hatte sich entweder an den Kanten der Zellen in Intercellulargängen oder zwischen denselben gelagert; doch lagen auch feine Körnchen zwischen den Wänden der aneinanderliegenden Zellen (Taf. I. 32 a). Bei derselben Gelegenheit konnte ich auch in den jüngern dieser Zellen Kerne erkennen (Taf. I. 31 b). In der Nähe jener Zelle mit ihrem Kern werden diese Zellen am grössten und oft bleibt ihr Vorkommen auf diese Stelle beschränkt. Ausser diesen Zellen besteht der Inhalt aus Körnern, von denen die einen dunkler erscheinen und das Centrum des Embryosacks einnehmen, die andern heller sind und in der Nähe der Zellen liegen; durch Jod werden sie gelblich-braun gefärbt. Hat der Embryosack nun seine Ausdehnung erreicht, so zeigt er unverletzt nicht mehr seine durchsichtige reine gelbliche Farbe, sondern eine mehr schmutzige, die aber nur durch den Inhalt bedingt ist, und nach dessen Entleerung verschwindet.

Zu der Ausdehnung einer Zelle, die früher mit drei andern tetraëdrisch vereinigt war, wie wir sie im Ovulum von *Salvinia* sehen, kenne ich kein Analogon, eben so dürften die weiteren Erscheinungen, die wir an dieser Zelle wahrgenommen, wenigstens zum Theil einzig in ihrer Art dastehen. Ob der Kern, der immer in dem Embryosack zu sehen ist, der Zellkern desselben, wie ihn *Schleiden* in dem Embryosack von *Orchideen* ⁽¹⁾ sah, oder neu entstanden ist, dürfte schwierig zu entscheiden sein, doch halte ich ersteres für wahrscheinlicher, da er immer wandständig ist. Die Zelle, die um ihn entsteht, muss jedenfalls von den andern Zellen des Inhalts unterschieden werden, da ihre Membran bedeutend derb ist und ihr Kern ausdauert, während jene Zellen äusserst zart sind und nur transitorische Kerne besitzen. Letztere dürfen wohl mit transitorischen Endospermzellen verglichen werden. Die Bedeutung ersterer ist mir völlig unbekannt geblieben. Die etwaige Vermuthung, sie für die Anlage des Embryos, das Embryonabläschen zu halten, wird dadurch widerlegt, dass dieses der in dem Ende des eingedrungenen Pollenschlauchs entstandene Embryo selbst ist, und ausserdem dadurch, dass bei *Salvinia*, wie durch *Schleiden* erwiesen, der Embryo ausserhalb des Embryosacks entsteht. ⁽²⁾

Eine weitere Abweichung von den gewöhnlichen Verhältnissen finden wir in chemischen Bestandtheilen der Membran des Embryosacks; denn sobald diese eine gelbliche Farbe und eine bedeutendere Dicke erhalten hat, sehen wir auch, dass sie durch Jodtinktur eine rothbraune Farbe annimmt, mithin stickstoffhaltige Bestandtheile aufgenommen hat, die der Zellenmembran in der Regel abgehen. In der Annahme, dass der Embryosack die Bestandtheile des resorbirt werdenden Bildungsstoffs sich assimiliert und zu seinem Wachsthum verwendet, dürfte diese Ausnahme am einfachsten ihre Erklärung finden.

⁽¹⁾ L. c. Ed. I. Pars II, p. 555.

⁽²⁾ Eine Vergleichung mit dem thierischen Ovulum liesse sich vielleicht eher durchführen, wenn man den Embryosack als Chorion, die Zelle in seinem Innern als Keimbläschen und deren Kern als Keimfleck betrachten wollte; doch wage ich nicht, mich bei solchen Vergleichen länger aufzuhalten.

2. Entwicklung der äussern Haut des Embryosacks.

Der Beginn der Veränderungen, die der Embryosack in dieser Periode erfährt, giebt sich dem unbewaffneten Auge dadurch kund, dass das ganze Ovulum, das bisher eine glänzend gelbliche Farbe hatte, eine weissliche weniger glänzende annimmt und an Durchsichtigkeit verliert. Mit Hülfe des Mikroskops erkennt man, dass eine amorphe Masse auf dem Embryosack sich abgelagert hat, und dass der Bildungsstoff, der ihn am Ende der vorigen Periode, wenn auch nur noch in geringer Menge umgab, vollkommen verschwunden ist. Diese amorphe Masse tritt zuerst an der Spitze des Ovulums auf, d. h. an der Stelle des Embryosacks, die dem Stiel des Säckchens abgewendet ist, erscheint dann an verschiedenen Stellen der Peripherie, aber immer in geringerer Menge als an der Spitze, und hüllt endlich den Embryosack vollkommen ein. An der Spitze bildet diese Masse alsdann drei stumpfe frei hervorragende Lappen (Taf. I. 27 c, d, e), die häufig einen kleineren vierten, mehr spitzigen umgeben (Taf. I. 27 f.). Mit dem Auftreten dieser Schichte gelingt es wieder leicht, den Embryosack unverletzt aus dem Säckchen auszudrücken oder letzteres abzustreifen, was zu Ende der vorigen Periode, als der Embryosack nur von wenig Bildungsstoff umgeben das Säckchen erfüllte, meist die Zerreissung des Embryosacks zur Folge hatte. Man sieht alsdann die Contouren und den Inhalt des Embryosacks durchschimmern; mit dem Dickerwerden dieser umhüllenden Schichte aber nimmt das Ovulum eine weisse undurchsichtige Farbe an, und es muss zerdrückt werden, um die Contouren des Embryosacks zu erkennen. Von der Zelle mit ihrem Kern, so wie von den übrigen zarten Zellen des Inhalts konnte ich aber nie mehr eine Spur entdecken.

Die dünnen Schichten, in denen diese Ablagerung zuerst auftritt, lassen sich von dem Embryosack abstreifen, (Taf. I. 30) und bestehen aus einer schmutzig weissen oder hellgelblichen amorphen homogenen Masse, in der hie und da hellere Parthieen, Höhlungen, liegen. An der Spitze des Ovulums, wo wie bemerkt, diese Masse zuerst erschien, immer dicker war als an der Peripherie, und drei frei endigende, gegeneinander neigende Lappen bildete, erleidet sie zunächst die weiteren Veränderungen, indem in diesen Lappen Höhlungen auftreten, welche, nachdem die Masse, die zwischen ihnen liegt, an Festigkeit gewonnen, schärfer umgränzt hervortreten und vollkommen geschlossene Zellen nachahmen, so dass es scheint, als seien drei aus Zellen bestehende Lappen (Taf. I. 27 c, d, e) der concentrischen noch gleichförmigen Schichte, die sich auch unter ihnen fortsetzt (Taf. I. 27 b), aufgesetzt. Doch bald erfolgt auch in diesem Theil dieselbe Veränderung und es scheint alsdann aus etlichen, 3-6, Lagen kleiner Zellen gebildet zu sein (Taf. I. 28). Einige von ihnen, die unmittelbar auf dem Embryosack liegen, haben eine glänzend gelbliche Farbe und werden grösser als die übrigen. In den Lappen werden diese scheinbaren Zellen am grössten und durchsichtigsten; ihre Contouren liegen entweder dicht aneinander und sind nicht zu unterscheiden, oder sie sind durch breitere Massen getrennt und häufig scheinen Maschen kleinerer Zellen zwischen ihnen oder auf ihnen zu liegen (Taf. I. 27. 34). Meistentheils bildet die ganze Masse, abgesehen von der Spitze, eine gleichbreite Schichte von dem beschriebenen Bau um den Embryosack (Taf. I. 28); zuweilen aber scheinen grössere solcher Zellen zunächst den Embryosack zu umgeben, und in diesen kleinere zu entstehen (Taf. I. 29), die dann häufig die grossen

Zellen nur zum Theil ausfüllen (29 b). In äusserst seltenen Fällen endlich bleibt der Embryosack von solchen grossen Zellen umgeben (Taf. I. 33), die entweder vollkommen leer sind, oder hie und da feine Körnchen (vielleicht verdünnte Stellen ihrer Membran) oder kleinere Zellen enthalten. Mit der weiteren Entwicklung legen sich die drei Lappen dicht aneinander (ob der vierte constant vorhanden, lasse ich unentschieden), die ganze Schicht gewinnt an Festigkeit, wird undurchsichtig und bildet die äussere weisse derbe Haut um den Embryosack, die scheinbar aus kleineren Zellen besteht. Die drei Lappen stellen die Spitze des Ovulums dar, das nun eine längliche Gestalt angenommen hat und von dem Säckchen dicht umschlossen ist. Der Embryosack, dessen Wachsthum in dieser Periode nur sehr gering zu sein scheint, hat ebenfalls eine längliche Gestalt erhalten. So lange diese Schichte völlig amorph ist, wird sie durch Jodtinktur braun gefärbt; haben sich die scheinbaren Zellen gebildet, so wird die Masse zwischen denselben noch braun, die durchsichtig scheinende Membran nur gelblich gefärbt, wie hauptsächlich an dem Rande der Lappen deutlich zu sehen ist. Dem unbewaffneten Auge erscheint diese ganze äussere Haut nach Zusatz von Jodtinktur rothbraun gefärbt.

Bei der Frage, wie diese Schichte entsteht, vergegenwärtigen wir uns wieder, dass der Embryosack bei Beginn dieser Periode nur von einer geringen Menge Bildungsstoff umgeben, das Säckchen ausfüllte und dass sämtliche Tochterzellen resorbirt waren. Es fällt mithin die Vermuthung fort, zu welcher oben beschriebene Abweichungen Anlass geben könnten (Taf. I. 29, 33), dass diese sich um den Embryosack gelagert hätten, und dass in diesen die kleineren Zellen entstanden seien; es bleibt aber noch unentschieden, ob diese Schichte durch Ablagerung des Bildungsstoffs entstehe, oder von dem Embryosack secernirt werde. Erstere dieser beiden Möglichkeiten wird dadurch unwahrscheinlich, dass die geringe Menge des noch vorhandenen Bildungsstoffs zur Bildung der ganzen äussern Haut nicht hinreichen kann; letztere hingegen wird dadurch erwiesen, dass die drei Lappen der Spitze des Ovulums zuerst entstehen und zuerst die weiteren Veränderungen durchlaufen, während, wenn sie durch Ablagerung entstanden, gerade umgekehrt die concentrische Schichte unter ihnen zuerst entstanden sein müsste. Dass die in der ursprünglich amorphen Masse entstehenden Höhlen, wenn sie auch vollkommen geschlossen sind und auf das täuschendste Zellen nachahmen, nicht für solche gehalten werden können, geht aus der beschriebenen Entstehung auf's unzweideutigste hervor; Kerne sind nie in ihnen wahrzunehmen, auch nicht bei jenen abweichenden Formen (Taf. I. 33), deren Entstehung auf dieselbe Weise erklärt werden muss.

Die Entwicklung sowohl, wie der Bau dieser Schichte, zeigt eine unverkennbare Aehnlichkeit mit der äussern Haut der Pollenkörner und Sporen; denn, dass diese durch Secretion der Pollen- oder Sporenzelle entsteht, ist von *Naegeli* ⁽¹⁾ unzweifelhaft erwiesen, und dass sie nie von wahren Zellen, wenn sie auch noch so täuschend diese nachahmt, gebildet wird, geht aus *Fritzsche's* ⁽²⁾ Untersuchungen hervor. Darin finden jedoch Verschiedenheiten statt, dass die Secretion der äussern Haut der Pollenkörner und Sporen schon innerhalb der Mutterzelle beginnt ⁽³⁾ oder, wie bei *Riccia* leicht zu

⁽¹⁾ Zur Entwicklung. des Pollens. 1842, p. 24.

⁽²⁾ Ueber den Pollen. Petersburg. 1857, p. 41.

⁽³⁾ Naegeli, L. c.

beobachten, selbst vollendet wird, während der Embryosack des Ovulums von *Salvinia*, erst nachdem er frei in dem Säckchen liegt und seine Grösse erreicht hat, diese Haut secernirt ⁽¹⁾. Eine weitere Verschiedenheit finden wir darin, dass diese Haut des Embryosacks aus mehreren Lagen dieser scheinbaren Zellen besteht und dass sie an einer bestimmten Stelle drei Lappen besitzt.

Ferner scheint das Verhalten beider zu chemischen Reagentien verschieden zu sein; die äussere Haut des Embryosacks wird selbst nach mehrtägiger Einwirkung von concentrirter Schwefelsäure nicht roth gefärbt, welche Farbe nach *Fritzsche* meist die äussere Haut der Pollenkörner annimmt, und letztere scheint nicht durch Jodtinktur gebräunt zu werden, wie es bei ersterer der Fall ist.

Der Inhalt des Embryosacks wird nun von Bläschen und Körnern von verschiedener Grösse, die durch Jodtinktur zum Theil eine gelbbraune Farbe annehmen, und von Oeltropfchen gebildet. Amylum fehlt immer in demselben.

Das Ovulum, das mit der Bildung der äussern Haut sein Wachsthum vollendet hat, besteht nun 1.) aus dem länglichen zelligen Säckchen, dessen kurzer Stiel von mehreren Zellenreihen gebildet wird, 2.) aus der äussern secernirten derben, weissen undurchsichtigen Haut, deren Spitze von drei aneinanderliegenden Lappen derselben Haut gebildet wird; 3.) aus dem Embryosack, einer grossen, starken Zelle von gelber Farbe und 4.) aus dem letztbeschriebenen Inhalt desselben.

Weitere Entwicklung der Antheren.

Die Antheren, deren Entwicklung wir, so lange sie mit der der Eichen übereinstimmte, zusammen betrachtet hatten, verliessen wir, als ihre langgestielten runden zelligen Säckchen von Tochterzellen, die wir von nun an als Pollenkörner bezeichnen, und dem Rest des Bildungsstoffs locker erfüllt waren.

Diese Pollenkörner sind meist, wie auch bereits erwähnt, stark abgeplattet (Taf. I. 55) und füllen entweder das ganze Säckchen gleichmässig an und der Bildungsstoff ist zwischen ihnen vertheilt; oder sie nehmen nur einen Theil desselben ein, und liegen alsdann entweder in einer Masse oder in mehrere Parthieen vertheilt, der Wand des Säckchens dicht an und sind von dünnen Schichten des Bildungsstoffs überzogen, die sie an der Wand des Säckchens zu befestigen scheinen. Allmählig dehnen sie sich aus und zwar die einen mehr als die andern, so dass sie in demselben Säckchen immer von sehr verschiedener Grösse angetroffen werden, werden völlig abgerundet, füllen das Säckchen nun beinahe ganz aus (Taf. I. 40), und der sie umgebende Bildungsstoff wird grösstentheils resorbirt. Dann, jedoch lassen sich diese Perioden hier nicht so scharf trennen wie im Ovulum, secerniren sie eine amorphe Masse. Gleichzeitig erhält die ganze Anthere, die bisher dem unbewaffneten Auge glänzend gelblich erschien, eine weisse Farbe, verliert an Durchsichtigkeit und scheint überhaupt ihr Wachsthum vollendet

⁽¹⁾ Ob etwa die grossen Sporen von *Lycopodium* und *Isoëtes* die Verhältnisse des Embryosacks von *Salvinia* theilen, muss die Entwicklungsgeschichte lehren.

zu haben. Diese secernirte Masse tritt zunächst in lockeren Schichten um die einzelnen Pollenkörner auf, wird schnell bedeutend vermehrt und vereinigt nun die benachbarten Pollenkörner, so dass endlich sämtliche in dieser gemeinschaftlich secernirten Masse eingebettet und durch diese verbunden in einer zusammenhängenden Kugel aus dem Säckchen entfernt werden können. Diese Vereinigung der Pollenkörner beginnt im Centrum der Anthere und schreitet nach der Peripherie weiter, so dass oft die äussern Zellen noch zum Theil frei über sie hervorragen (Taf. I. 46 a). Die Contouren der einzelnen Pollenkörner, so wie ihre drei Leisten sind anfangs noch durch diese zur Inter-cellularsubstanz gewordene secernirte Masse zu erkennen, allmähig aber wird diese undurchsichtig, gewinnt an Festigkeit, wird an ihrer Peripherie, die der Wand des Säckchens dicht anliegt, scharf umgrenzt und erleidet an einzelnen Stellen Veränderungen, wie wir sie in der secernirten äussern Haut des Embryosacks kennen gelernt haben (Taf. I. 46 a, 47 d). Endlich stellt sie eine compacte, undurchsichtige weisse Kugel dar, die leicht aus dem Säckchen entfernt werden kann, so dass die meisten Autoren das zellige Säckchen der Antheren von *Salvinia* nur ein Korn einschliessen liessen. Die secernirte Inter-cellularsubstanz wird durch Jodtinktur braun, die Pollenkörner gelblich gefärbt.

Im völlig ausgebildeten Zustand nehmen die Zellen des Säckchens eine braune Farbe an; die Antheren der jüngsten Receptacula aber erhalten nie diese Ausbildung, sondern bleiben auf früheren Stufen stehen, meist auf der nachdem die Secretion der Pollenkörner erst begonnen hat, so dass diese hier immer noch kenntlich sind und nie in eine feste Masse vereinigt werden.

Will man in den ausgebildeten Antheren die Pollenkörner sichtbar machen, so reibe man dieselbe einigemal zwischen Glasblättchen hin und her. Das zellige Säckchen löst sich zuerst dadurch schnell ab, indem seine Zellen auseinanderweichen, die secernirte Masse wird zerbröckelt und die Pollenkörner werden kenntlich (Taf. I. 47 a, b, c; 48 a, b, c). Ihre Membran ist ungefärbt, durchsichtig, zeigt zuweilen noch die drei Leisten (Taf. I. 47 c; 48 c); sie sind entweder leer (Taf. 47 a, b, c) oder haben einen körnigen Inhalt (Taf. I. 48 a); meist jedoch platzen sie bei dieser Operation (Taf. I. 48 b, c). Bei diesem Verfahren hat man ferner häufig Gelegenheit, die oben angegebene Beschaffenheit der secernirten Masse zu erkennen (Taf. I. 47 d). Auch durch concentrirte Salpetersäure lassen sich die Pollenkörner sichtbar machen, da nach ihrer Einwirkung die Zellen des Säckchens durchsichtig werden, indem ihre braune Farbe durch roth in eine hellgelbliche übergeht, und die Inter-cellularsubstanz zerstört wird. Doch werden die Pollenkörner selbst bald von ihr angegriffen.

Wie bereits bemerkt, lassen sich die Perioden, die die Entwicklung der Anthere durchläuft, nicht so scharf trennen, wie die des Ovulums; so scheint häufig die Secretion um die einzelnen Pollenkörner zu beginnen, wenn diese noch abgeplattet an der Wand des Säckchens angehäuft sind, und alsdann gleichzeitig mit der Vermehrung dieser secernirten Masse die Ausbildung der Pollenkörner zu erfolgen. Dass diese Masse überhaupt ein Produkt der Secretion der einzelnen Pollenkörner ist, und nicht durch Ablagerung des übriggebliebenen Bildungsstoffs entstehe, scheint mir dadurch bewiesen, dass sie wenigstens häufig erst als dünne Schichten um die einzelnen Pollenkörner auftritt, nachdem der Bildungsstoff völlig verschwunden, oder auf eine sehr unbedeutende Menge reducirt ist, und dadurch, dass diese Masse sich allmählich vermehrt. Die Vereinigung sämtli-

cher Pollenkörner einer Anthere durch eine secernirte Intercellulärsubstanz scheint ein ebenfalls *Salvinia* eigenthümliches Verhältniss zu sein.

Die ausgebildete Anthere besteht nun aus 1.) einem runden zelligen Säckchen von brauner Farbe, das von einem langen, aus einer Zellenreihe bestehendem Stiel getragen wird; 2.) aus den Pollenkörnern, die durch eine secernirte Intercellulärsubstanz in eine feste weisse kugelförmige Masse vereinigt sind.

Bevor ich zu Vergleichung der Eichen und Antheren übergehe, ist ferner zu erwähnen, dass beide auf jeder Entwicklungsstufe stehen bleiben können. Diese Bildungshemmungen zeichnen sich im Allgemeinen durch ihre braune Farbe aus, die entweder in den Zellen des Säckchens oder in dem Inhalt desselben in Folge des Absterbens auftritt. — Nur eine dieser Formen scheint mir einer besonderen Beachtung werth, da sie leicht zu Irrthümern Anlass geben könnte. Es kommen nämlich unter den ausgebildeten Eichen braune Körner vor (¹), die auf den ersten Anblick und mit unbewaffnetem Auge nicht von Antheren unterschieden werden können. Bei der mikroskopischen Untersuchung aber ergiebt sich, dass die Gestalt ihres braunen Säckchens und die Beschaffenheit ihres Stiels mit dem Ovulum übereinstimmt, dem sie übrigens an Grösse nicht gleichkommen; in ihrem Innern erkennt man die normalen Tochterzellen, oder schon eine von ihnen etwas ausgedehnt, durch Intercellulärsubstanz fester oder lockerer vereinigt. Es war also hier das Ovulum auf der Stufe stehen geblieben, wo sich sonst eine Zelle zum Embryosack entwickelt, oder auf der, in welcher die Antheren sämmtlich stehen bleiben.

Dass wahre Antheren und Ovula in demselben Receptaculum vorkommen, gehört zu den grössten Seltenheiten und wurde von mir nur zweimal beobachtet.

Vergleichung von Ovulum und Anthere.

Fassen wir die Resultate unserer bisherigen Beobachtungen zusammen, so finden wir, dass Eichen und Antheren darin übereinstimmen, dass

- 1.) ihre Anlagen ursprünglich in einzelnen Zellen vorhanden sind, die in beiden vollkommen übereinstimmen und keinen Unterschied gewähren;
- 2.) dass bei beiden in diesen Zellen neue entstehen, die ein gestieltes Säckchen bilden;
- 3.) dass in dem Inhalt der Säckchen beider auf gleiche Weise Kerne, Mutter- und Tochterzellen entstehen.

Darin hingegen finden wir Verschiedenheiten, dass

- 1.) die Anlagen der Ovula in geringerer Zahl vorhanden sind, als die der Antheren;
- 2.) dass die Säckchen Ersterer gleich bei ihrer Entstehung breiter sind als die der Letzteren;
- 3.) dass in der weitem Entwicklung das Säckchen des Ovulums länglich, das der Anthere rund wird; dass der Stiel des Ersteren kürzer bleibt und aus mehreren Zellen-

(¹) Im Herbst 1844 beobachtete ich sie sehr häufig.

reihen besteht, der der Anthere hingegen länger wird und aus einer Zellenreihe gebildet wird;

4.) dass in dem Ovulum eine der Tochterzellen sich ausdehnt und die übrigen nebst dem Rest des Bildungsstoffs resorbirt werden, in der Anthere hingegen sämtliche Tochterzellen eine gewisse Ausdehnung erfahren und nur der Bildungsstoff resorbirt wird;

5.) endlich darin, dass diese eine Zelle in dem Säckchen der Eichen sich eine äussere Haut absondert, während in dem Säckchen der Anthere sämtliche eine Masse secerniren und durch diese in eine Kugel vereinigt werden. Der Prozess der Secretion ist in Ovulum und Anthere vollkommen derselbe und nur darin, dass er hier von einer Zelle, dort von sämtlichen ausgeführt wird, kann der Unterschied gesucht werden, denn der Inhalt der Ovula, die auf jener oben beschriebenen Stufe stehen bleiben, wird auf gleiche Weise wie der der Antheren in eine Masse vereinigt.

Abgesehen von Zahl und Gestalt der Säckchen der Eichen und Antheren dürfte wohl der Schluss zu rechtfertigen sein, dass beide morphologisch *dieselben Theile sind, und Letztere auf einer gewissen Stufe der Ausbildung stehen bleiben, also unvollkommen wären und absterben*, und erstere eine weitere Ausbildung erreichten. Welchen Werth man aber der Verschiedenheit der Gestalt und Zahl der Säckchen, an die wir eben diese verschiedene Ausbildung gebunden sehen, beizulegen haben, ist schwieriger zu entscheiden. Dass diese Verschiedenheiten nicht durch die Stellung der Receptacula bedingt sind, wiewohl nur 1 Receptaculum von bestimmter Stellung⁽¹⁾ von sämtlichen, die unter einem Blattpaar stehen, Eichen und alle übrigen Antheren einschliessen, geht daraus hervor, dass sämtliche Receptacula unter den 1-3 jüngsten Blattpaaren der Endtriebe, selbst das, welches die bestimmte Stelle des sonst Eichen enthaltenden einnimmt, nur Antheren einschliessen. Der Schluss aber, dass diese Verschiedenheiten nur zufällig entstehen, lässt sich hieraus nicht rechtfertigen; für letztere Ansicht liesse sich höchstens jenes überaus seltne abnorme Vorkommen von beiden in demselben Receptaculum anführen. Nehmen wir aber auch an, dass diese Verschiedenheiten der Säckchen keineswegs zufällig entstehen, sondern constant in der ersten Anlage bedingt sind, so scheinen mir diese Verschiedenheiten, wenn auch die weitere Ausbildung an sie gebunden ist und vielleicht von ihnen abhängt, doch jene übereinstimmenden Verhältnisse nicht aufzuwiegen, und ich glaube nicht zu weit zu gehen, wenn ich annehme, dass *Ovulum und Anthere von Salvinia morphologisch dieselben Theile sind, von welchen die einen eine weitere Ausbildung erreichen als die andern*.

Wie bereits erwähnt, sahen wir die zelligen Säckchen von Ovulum und Anthere mit dem Sporangium der Farne, die Tochterzellen ihres Inhalts mit den Sporen derselben übereinstimmen. Für die weiteren Veränderungen der Ovula und Antheren hingegen kannten wir keine Analoga.

Schleiden, dem bei den Rhizocarpeen die wesentliche Aehnlichkeit der sogenannten grösseren Sporen mit den Eichen, die der kleinen mit den Pollenkörnern der Phanerogamen auffiel und später die physiologische Bedeutung beider durch unmittelbare Beobachtung erwies, giebt an, dass die Pollenkörner von *Salvinia* eine dünne glatte, äussere Haut besässen. Ganz abgesehen davon, ob er etwa die äussere zarte Haut darunter

(¹) Ich komme später hierauf zurück,

verstanden hat, die zuweilen die Pollenkörner umgiebt (Taf. I. 54 d; 57), erwähnt er weder der drei Leisten, die auf ihrer Membran sich finden, noch dass sämtliche Pollenkörner später in eine Masse vereinigt werden, so dass ich beinahe bezweifeln möchte, dass er diese Verhältnisse gekannt hat.

Das Ovulum besteht nach *Schleiden's* Beschreibung aus einer grossen, derb wandigen Zelle, dem Embryosack, die von einer weissen, lederartigen Hülle, die aus sehr kleinen fast nicht zu unterscheidenden Zellen besteht, umschlossen ist; diese Haut bildet an einem Ende eine Warze, Eikern, nucleus, der von drei Lappen derselben Haut, integumentum simplex, bedeckt wird. Das ganze Ovulum ist in ein zelliges Säckchen, Eisäckchen, eingeschlossen. Ganz abgesehen von der Entwicklungsgeschichte, lässt sich diese Vergleichung schon in einigen Punkten nicht billigen; so ist das Eisäckchen ein Theil, der bei keinem Ovulum einer phanerogamen Pflanze vorkommt; nie liegt ein Ovulum einer phanerogamen Pflanze von seiner Entstehung an frei in einem Säckchen. Ob *Schleiden* unter der Warze der äussern Hülle jenen kleinen vierten Lappen, da sie von drei Lappen umschlossen sein soll, verstanden hat, wage ich nicht zu entscheiden. Die Entwicklungsgeschichte aber führt noch zu ungünstigeren Resultaten für diese Vergleichung. Bei dem Ovulum der Phanerogamen nämlich entsteht zuerst eine zellige Hervorragung, der Eikern; durch Falten der Epidermis desselben, die mehr oder weniger Parenchym einschliessen, entstehen die Integumente und gleichzeitig mit diesen oder, wie meist, später dehnt sich eine Zelle des parenchymatösen Kerns zum Embryosack aus etc. — Bei *Salvinia* dagegen entsteht zuerst das zellige Säckchen, das von Mutter- und Tochterzellen locker erfüllt wird; von letzteren dehnt sich eine auf Kosten der übrigen, die völlig resorbirt werden, aus, und secernirt sich eine äussere Haut, deren drei Lappen an der Spitze zuerst entstehen. Die einzige Uebereinstimmung, die sich in der Entwicklung des Ovulums der Phanerogamen und dem von *Salvinia* findet, ist die Ausdehnung einer Zelle, die bei ersterem eine Zelle aus dem Parenchym des Eikerns, bei letzterem eine Tochterzelle aus dem lockern Inhalt des Säckchens erfährt. Wegen dieser Uebereinstimmung habe ich diese Zelle von *Salvinia* ebenfalls Embryosack genannt. In den übrigen Benennungen bin ich nur wegen der physiologischen Verschiedenheit beider Theile zum Theil *Schleiden* gefolgt.

Entwicklung u. Bau des Receptaculums von *Marsilea quadrifolia*.

Das junge Receptaculum von *Marsilea* erscheint dem unbewaffneten Auge als ein kleines grünes Höckerchen in einiger Entfernung von der Basis des noch eingerollten Blattstiels und stellt, sobald es die Epidermis durchbrochen hat, eine braune, abgerundete Hervorragung dar, die dicht von Härchen bedeckt ist. Auf einem Durchschnitt (T. II. 61 S. Erkl.) erkennt man, dass es eine elliptische Gestalt hat und ringsum, auch an dem Theil, der mit dem Blattstiel verbunden, scharf umgrenzt ist, und dass es aus einer parenchymatösen, nicht hohlen, zelligen Masse besteht, in welche sich ein

Zweig des centralen Gefässbündels des Blattstiels fortsetzt, so dass gleichsam das Ende dieses Bündels von einer Parenchymmasse umgeben erscheint. Dieses Zellgewebe besteht aus sehr kleinen, viereckigen, braunwandigen Zellen, die in concentrischen Reihen mit dem Umfang und in radienartig gegen das Centrum verlaufenden angeordnet sind. Das Gefässbündel stellt einen breiten dunklen Streifen dar, der sich in der Mitte des Zellgewebes durch $\frac{3}{4}$ der ganzen Länge des Receptaculums hinzieht. Von einer *Höhle* ist im Innern keine Spur wahrzunehmen. In der weiteren Entwicklung erhält das Receptaculum eine mehr längliche Gestalt, wird an dem freien Ende zugespitzt und legt sich abwärts der Länge nach an den Blattstiel an; das Gefässbündel tritt mehr nach dem Rücken, d. h. dem obern und äussern Rand des Receptaculums und nimmt im Verhältniss zur Parenchymmasse einen kleineren Theil ein. In dieser erleiden nun einzelne Zellenparthien verschiedene Umbildungen.

An einem feinen Durchschnitt, der der Länge nach beide platten Seiten des Receptaculums (man vergegenwärtige sich die Gestalt des ausgebildeten, da es in dieser Periode noch beinahe rund ist) halbirt oder diesem parallel geführt ist, erkennt man, dass die äussern Zellen noch braunwandig und regelmässig viereckig in 3 oder 4 Reihen die ganze Peripherie umgeben (T. II. 62) und dass sie grösser geworden sind als die innern, die durchsichtiger sind und unregelmässig angeordnet zu sein scheinen. In letzteren fallen einige grössere scharf umgrenzte Zellen auf, die zu einem hufeisenförmigen Bogen, dessen Convexität nach dem Innern des Receptaculums sieht, aneinander gereiht sind und eine Höhle zu umschliessen scheinen (Taf. II. 62 c), deren Basis, d. h. der Theil der zwischen den Enden der beiden Schenkel des Bogens liegt, von den unregelmässig angeordneten Parenchymzellen gebildet wird. Zwischen den Schenkeln zweier benachbarter Bögen finden sich 2-3 Zellenreihen, und zwischen den gegenüberliegenden oder alternirenden Bögen ist ihre Menge noch bedeutender (Taf. II. 62 g). Diese Höhlen liegen in zwei parallelen Reihen (Taf. II. 63 e), und werden gegen die Spitze des Receptaculums kleiner. In jeder Reihe finden sich 7 oder 8, meist in der einen 7, in der andern acht. Da diese auf eben beschriebnem Längeschnitt durchschnittenen Höhlen sich über die ganze Breite des Receptaculums hinziehen und gleichsam einen von einer Zellschichte umgebenen und dadurch von dem übrigen Parenchym getrennten länglichen Gang darstellen, und immer nur zwei dieser Gänge gegeneinanderüber liegen, so werden auf dem Querschnitt, der die beiden flachen Seiten des Receptaculums der Breite nach halbirt (Taf. II. 64) nur zwei dieser Zellstreifen durchschnitten (Taf. II. 64 e), die aber länger erscheinen und ebenfalls ringsum von den Parenchymzellen umgeben sind (Taf. II. 64 g). Auf beiden Durchschnitten sieht man an dem einen Ende des Receptaculums das durchschnitene Gefässbündel (Taf. II. 63, 64 a. S. Erkl.), das noch mehr nach dem Rücken desselben getreten ist und sich fiederartig über dessen beide platte Seiten verbreitet hat. Das Zellgewebe das zwischen dem Gefässbündel und den abgegrenzten Höhlen liegt (63, 64 c) zieht sich als eine ununterbrochene Masse in dem Rücken des Receptaculums hin (Taf. II. 66 c), hängt aber unmittelbar mit dem übrigen Parenchym zusammen und ist ebenfalls von heller Farbe; seine Zellen, sind kleiner als die die Höhlen umschliessende Zellschichte. In der weiteren Entwicklung tritt die Basis der Höhlen ebenfalls scharf umgrenzt hervor, so dass die einfachen sie umschliessenden Zellschichten nun vollkommen geschlossene Säcke darstellen, die sich über die ganze Breite des Receptaculums hinziehen. In der Mitte der Basis,

die nach aussen gegen die Fläche des Receptaculums gerichtet ist, schlägt sich die Membran dieser Säcke zu einer Falte ein (Taf. II. 65 f), und es entsteht dadurch eine nach innen vorspringende Leiste (Taf. II. 66 f), der später die Ovula und Antheren ansitzen. Das Parenchym zwischen diesen Säcken wird allmählig resorbirt und ihre Wände legen sich dicht aneinander (Taf. II. 65) und nur ihre obern und untern Enden sind noch durch Parthieen dieses Zellengewebes vereinigt (Taf. II. 66 g. S. Erkl.).

Das ausgebildete Receptaculum, zu dessen Beschreibung ich nun übergehe, da meine Untersuchungen über die Entwicklung zu unvollständig geblieben sind, hat eine beinahe eiförmige Gestalt, ist auf beiden Seiten etwas platt gedrückt, und hat oberhalb der Insertion seines Stiels, von dem es nun getragen wird, zwei Höckerchen (Taf. II. 66 i, k). Es hängt nicht mehr so sehr nach abwärts, sondern hat eine mehr horizontale Haltung, und ist von einer derben Haut umgeben, die anfangs eine bräunliche, dann eine grünliche und endlich eine dunkelbraune bis schwarze Farbe hat und aus drei verschiedenen Zellenlagen besteht, 1.) der Epidermis, 2.) zwei Lagen verschiedenfarbiger gestreckter Zellen, 3.) aus Parenchymzellen.

Die Epidermis besteht aus eckigen braunwandigen, nur wenig plattgedrückten Zellen, zwischen welchen andere kleinere runde, die früher die Haare trugen, zerstreut sind. Letztere sind dunkelbraun und haben im Centrum einen helleren Ring (Taf. III. 34). Die Haare bestehen aus etlichen horizontal übereinanderstehenden Zellen, und einer sehr lang gestreckten pfriemlichen Endzelle, und bedecken anfangs ganz dicht das Receptaculum, rücken aber mit dem Wachsthum und der Vermehrung der übrigen Epidermiszellen auseinander und fallen endlich ab, indem ihre Basis, so wie die sie tragenden Zellen keiner Veränderung fähig ist, hingegen der übrige Theil des Haars, der nicht in unmittelbarer Verbindung mit der Epidermiszelle steht, breiter wird, so dass die Haare gleichsam an der Basis abgeschnürt zu werden scheinen, während in der That nur ihr unterer Theil im Wachsthum zurück bleibt. Auf der Epidermis junger Receptacula finden sich diese Zellen sehr dicht bei einander, an den ausgebildeten sind sie mehr auseinander gerückt und fallen nicht mehr so auf. — Ausser diesen Zellen, die die Haare trugen, fallen unter den Epidermiszellen noch andere auf, die von halbmondförmiger Gestalt sind, zu zweien aneinander liegen, wie Spaltöffnungszellen, (aber keinen Intercellulargang zwischen sich lassen) und von den Rändern der benachbarten Zellen überragt sind, die meist eine vier- (Taf. III. 32) oder mehreckige (Taf. III. 33) Lücke zwischen sich lassen. Von oben gesehen, sieht man den Bogen der halbmondförmigen Zellen entweder gar nicht oder nur schwach (Taf. III. 32, 33); wendet man das Präparat, so sieht man dagegen die halbmondförmigen Zellen stärker, und die sie überragenden Zellen schwächer (T. III. 30). Auf senkrecht durch die Epidermis geführten Schnitten, erkennt man deutlich, dass an diesen Stellen zwei kleinere aneinanderliegende Zellen von den Epidermiszellen umgeben und zum Theil bedeckt sind. Die halbmondförmigen Zellen sind grösser oder kleiner, liegen zuweilen dicht den Rändern der benachbarten Zellen an, dass sie kaum von diesen zu unterscheiden sind, haben oft zusammen eine rundliche Gestalt und nur die Grösse der haartragenden Zellen. Sie fehlen der Epidermis junger Receptacula und mehren sich auffallend mit dem Alter derselben, so dass ich wirklich lange, wie *Bischoff*, der Ansicht war, dass die haartragenden Zellen von den benachbarten allmählig überragt würden, und dass so einer Zelle die beiden Bögen der halbmondförmigen Zellen angehörten; jedoch,

wollte man auch dieses zugeben, so müsste der innere gerade Strich, den ich so den Contouren zweier aneinanderliegenden halbmondförmigen Zellen zuschreibe, von der Stelle herrühren, die früher unmittelbar das abgefallene Haar trug; eine Erklärung, die mir zu künstlich erscheint. Ausserdem müsste man auch, da diese beiden halbmondförmigen Zellen meist grösser sind als die haartragenden Zellen, ihnen, nachdem sie bereits von den benachbarten überragt sind, eine Ausdehnung zuschreiben. Leider konnte ich ihre Entwicklung nicht verfolgen, doch glaube ich, dass sie zu den Spaltöffnungen zu zählen sind. Im völlig ausgebildeten Zustand sterben die Epidermiszellen um diese halbmondförmigen Zellen ab und letztere fallen mit ihnen oder allein aus, so dass die Epidermis an diesen Stellen, die dem unbewaffneten Auge wie feine Nadelstiche erscheinen, durchlöchert ist. Wird bei dem Ablösen der Epidermis der Schnitt nicht fein genug geführt, so scheinen die Spaltöffnungszellen von einem Kranz kleiner Zellen umgeben zu sein (Taf. III. 31), welche aber nur das obere Ende der darunterliegenden durchschnittenen Zellen sind.

Die zweite Lage wird von senkrecht stehenden, dicht aneinandergereihten, gestreckten, derbwandigen Zellen gebildet, die in zwei Schichten scharf geschieden sind, in eine äussere schmalere von glänzend gelblicher Farbe und eine innere bedeutend breitere von rothbrauner Farbe. Die äussere besteht aus einer einfachen Lage dieser gestreckten Zellen, die innere dagegen meist aus zwei oder mehreren senkrecht übereinanderstehenden. Die Zellen der äusseren sind schmaler, derbwandiger, so dass oft ihr Lumen an einzelnen Stellen verschwunden ist, die der innern sind breiter, weniger verdickt und besitzen meist ihr Lumen durch die ganze Länge der Zellen. Auf einem Querschnitt kann man in beiden einige concentrische Verdickungsschichten unterscheiden; an einem feinen Durchschnitt, der der Länge dieser Zellen parallel geführt ist, sieht man eine hellere Linie sich durch die Mitte der äusseren Schichte hinziehen, so dass diese auf den ersten Anblick von zwei senkrecht übereinanderstehenden Zellenreihen gebildet zu werden scheint, was aber nicht der Fall ist. Vielleicht rührt diese Linie von Tüpfelkanälen her, die in sämtlichen Zellen dieser Schichte correspondiren; doch wage ich nicht, diese Erklärung als genügend zu betrachten, zumal da ich auf Querschnitten nie Tüpfelkanäle erkennen konnte. Betrachtet man einen solchen Längsschnitt, ohne das Präparat anzufeuchten, so sieht man, dass das Lumen dieser Zellen in dem oberhalb jener Linie gelegenen Theil vorhanden ist, und in dem unterhalb desselben enger ist oder gänzlich fehlt. Die äussere Schichte ist ringsum gleich stark, die innere hingegen auf den beiden Flächen des Receptaculums am breitesten und auf dem Rücken desselben am schmalsten. Beide liegen vollkommen dicht aneinander und weichen nur zwischen den beiden Höckerchen auseinander, indem die äussere wie gewöhnlich sich unter der Epidermis fortsetzt, die innere hingegen von der Stelle, die dem untern Höckerchen entspricht (oberhalb der Eintrittsstelle des Gefässbündels), sich von ihr trennt und in gerader Richtung oder in einem gegen das Innere des Receptaculums convexen Bogen sich gegen das obere Höckerchen hinzieht. Der Raum, der hier zwischen beiden Schichten entsteht, wird von bräunlichen gestreckten Zellen erfüllt, die ungefähr dieselbe Richtung wie die der äusseren Schichte haben, aber nicht senkrecht übereinander stehen, sondern mit spitzen Enden ineinandergreifen. Ihr Lumen ist weiter als das der Zellen beider Schichten, ferner sind sie auch durch die Farbe von diesen unterschieden. Unter den durchlöcherten Stellen der Epidermis scheinen die Zellen der äussern Schichte abzuster-

ben und von der innern Schichte auseinandergedrängt zu werden, die hier alsdann beinahe in unmittelbare Berührung mit der Epidermis kommt.

Die dritte Lage besteht aus etlichen Schichten von Parenchymzellen, die ursprünglich zartwandig sind und dicht aneinanderliegen, in der Folge aber derbwandiger, zum Theil mit braunen harzartigen Massen erfüllt werden und durch zwischen ihnen auftretende Luftkanäle eine verschiedene unregelmässige Gestalt annehmen. Die äussersten von ihnen erleiden zunächst diese Veränderungen und die innersten erreichen sie nie in diesem Grade. Um den Hauptstamm des Gefässbündels ist diese Lage am dicksten.

Der Hauptstamm des Gefässbündels tritt gerade unter dem untern Höckerchen (Taf. II. 66 a, k) durch die derbe Haut des Receptaculums und verläuft in dem Rücken desselben (Taf. II. 66 a) zwischen jener letzterwähnten Parenchymlage und zwar in den äussersten Theil derselben, verzweigt sich in seinem Verlauf fiederartig, wird allmählich dünner und endigt in zwei feine Zweige. Die Aeste, deren sich auf jeder Seite im Ganzen 7 oder 8 finden, gehen paarweise, nach jeder Seite einer, von dem Hauptstamme ab (Taf. II. 66 b), verlaufen über die Seiten des Receptaculums und spalten sich meist in der Mitte desselben in zwei Zweige; die der benachbarten anastomosiren und verlaufen nach dem untern Rand der Receptaculums, sich noch öfter vereinigend. Oft vereinigen sich auch zwei Zweige desselben Astes wieder. Von den beiden Endzweigen des Hauptgefässbündels tritt jeder in eine Hälfte des Receptaculums und anastomosirt durch einen oder zwei kleinere Zweige mit den benachbarten Aesten. Das Gefässbündel besteht aus feinen sparsamen Spiralgefässen und dunkelbraunen, gestreckten Zellen, und ist durch diese auf den verschiedenen Durchschnitten immer kenntlich. Auf Durchschnitten, die der Länge nach die beiden Seiten des Receptaculums halbiren, sieht man ausser dem Hauptbündel noch die Verzweigungen desselben durchschnitten (T. II. 65 b b), und zwar je nachdem der Schnitt näher oder weiter vom Rücken geführt ist, werden 8 oder 16 derselben durchschnitten. Durch Querschnitte dagegen werden meist zwei der Länge nach verlaufende Zweige bloss gelegt; oder wird der Schnitt in dieser Richtung etwas mehr schräg geführt, so kann man auf jeder Seite grössere oder kleinere Parthieen von zwei Zweigen erkennen. Auch die Verzweigungen des Gefässbündels treten nie aus der innern Parenchymlage der derben Haut.

Das Zellgewebe, das unter dem Hauptstamm des Gefässbündels hinzieht (Taf. II. 63, 65 c), stellt einen abgeschlossenen Strang dar, der mit dem einen Ende in der Gegend, wo sich der vordere Theil des Stiels des Receptaculums anheftet, befestigt ist, dann im hintern Theil desselben, wo die beiden Höckerchen sich befinden, am dicksten wird und im weiteren Verlauf schmaler wird und im vorderen Theil des Rückens des Receptaculums endigt. Dieser Strang ist von der innern Parenchymlage der derben Haut abgegrenzt, liegt beinahe frei, hat eine grünliche Farbe und besteht aus grossen, gelatinösen Parenchymzellen, die angefeuchtet bedeutend aufquellen. Im eingetrockneten Zustand sind die Zellen dieses Strangs kaum zu unterscheiden, und die wenigen blassen Körner ihres Inhalts scheinen dicht aneinander zu liegen. Bei dem Aufquellen dehnen sich diese Zellen hauptsächlich in die Länge aus, werden deutlich unterscheidbar, und die blassen Körner liegen in ihrer Mitte.

Die Indusien, wie wir jene geschlossenen Säcke bezeichnen wollen (Taf. II. 65 e), füllen die übrige Höhle des Receptaculums aus. Ihr oberes Ende ist an dem gallert-

artigen Strang befestigt; ihre Basis, hauptsächlich der Theil, der die vorspringende Leiste bildet, steht an den Seiten des Receptaculums mit der Parenchymlage der derben Haut in Berührung und ihr Umfang liegt dicht den benachbarten Indusien an. Ihr oberer Theil liegt meist auf einem Hauptast des Gefässbündels und der untere kreuzt sich mit den Verzweigungen desselben, so dass keine Uebereinstimmung der Lage der Indusien mit dem Verlauf der Gefässe stattfindet. Sowohl auf einem Schnitt, der der Länge nach die platten Seiten des Receptaculums halbirt, sieht man deutlich, dass die Indusien alterniren, als auch auf Querschnitten, durch welche gewöhnlich das eine Indusium blossgelegt und das andere durchschnitten wird. Das ganze Indusium, mit Ausnahme der nach innen vorspringenden Leiste, besteht aus einer Schichte plattgedrückter, gelatinöser Zellen, die ebenfalls im Wasser aufquellen, aber grösser sind als die des oben erwähnten Gallertstrangs. Die Zellen der flachen Basis des Indusiums werden gegen die vorspringende Leiste, die sich über die Fläche des Receptaculums hinzieht und an ihren beiden Enden den sie tragenden Einschlagn übertagt, bedeutend kleiner und brauner und die Leisten selbst bestehen aus noch kleineren dunkelbraunen Zellen, die nach der Länge der Leiste gestreckt sind. Auf Querschnitten scheint häufig von der Mitte der Leiste ein dunklerer Zellenstrang durch den eingeschlagenen Theil des Indusiums zu treten, doch rührt dieser immer von einem Zweig des Gefässbündels, der sich unter demselben hinzieht, her. Die Mitte der Leiste nehmen die Eichen in einer Reihe ein, die Seiten die Antheren, welche zu mehreren die Ovula umgeben.

Das völlig reife Receptaculum springt in zwei unvollständige Klappen auf ⁽¹⁾; der gelatinöse Strang, der sich im Rücken des Receptaculums hinzieht, quillt auf ⁽²⁾ und tritt in Gestalt eines wurmförmigen Körpers zwischen denselben hervor und hebt die an seinen Seiten hängenden, ebenfalls aufgequollenen Indusien, die die Antheren und Ovula einschliessen, aus dem Receptaculum hervor, erreicht eine Länge von 2-3 Zoll und löst sich alsdann von seinem Befestigungspunkt in dem Receptaculum los, dessen Höhle nun völlig leer ist. Die Zellen dieses gallertartigen Wulstes werden schnell aufgelöst, ebenso die der Indusien, worauf dann Ovula und Antheren vollkommen frei sind ⁽³⁾.

Bau des Receptaculums von *Pilularia globulifera*.

Das Receptaculum von *Pil.* ist kugelförmig und wird von einer äussern derben Haut umgeben, die aus denselben 3 Lagen, wie die von *Mars.* besteht.

⁽¹⁾ *Bischoff*, cryptog. Heft, II. p. 67.

⁽²⁾ Da ich nie das spontane Aufspringen der Receptacula zu beobachten Gelegenheit hatte, spaltete ich dieselben an der Spitze und sah alsdann bei *Marsilea Fabri* den gallertartigen Strang sich eben so gut entwickeln.

⁽³⁾ Im trocknen Zustand erscheint das ausgebildete Receptaculum durch eine Längescheidewand, die hinten bedeutend dicker ist (und von dem gallertartigen Strang und den aneinanderstossenden Wänden der gegenüberliegenden Indusien herrührt), in zwei Hälften und jede von diesen wieder durch Querwände (die aneinanderstossenden Wände der übereinanderliegenden Indusien) in 7-8 Fächer getheilt zu sein, an deren Rückenwand die Fortpflanzungsorgane befestigt sind. Die meisten Autoren beschreiben das Receptaculum als durch Scheidewände auf diese Weise in Fächer getheilt. *Fabre* und *A. Braun* erkannten zuerst das wahre Verhalten dieser Anordnung. *Schleiden* lässt in die durch Scheidewände getrennten Fächer des Receptaculums von dem gallertartigen Strang aus die Indusien herabhängen.

Die Epidermis besteht aus braunwandigen, eckigen Zellen, die namentlich an der Anheftungsstelle des Stiels eine bedeutende Höhe haben, und aus kleineren abgerundeten, die Haare tragen, welche ebenso wie bei *Mars.*, indem ihre Basis im Wachsthum zurückbleibt, abgeschnürt zu werden scheinen. Die Zellen der jungen Haare stehen horizontal übereinander (T. II, 67 c), (ihre Endzelle ist länger gestreckt und hat eine pfriemenförmige Gestalt) dehnen sich aber in der weiteren Entwicklung nicht gerade in die Länge, sondern mehr in der Richtung der Diagonale aus (T. II, 67 b), so dass das ausgebildete Haar von schräg übereinander stehenden Zellen (T. II, 67 a) gebildet wird. Häufig finden sich in ihrem Inhalt grosse, längliche Körner (T. II, 67 b) von blasser Farbe, die durch Jodtinktur gebräunt werden. Ausser den haartragenden Zellen kommen, aber seltner als bei *Mars.*, Spaltöffnungszellen auf der Epidermis vor. Von oben betrachtet, kann man nur ihre aneinanderliegenden Wände, zwischen welchen hier zuweilen wirklich ein Intercellulargang vorkommt, und die Lücke zwischen den benachbarten Epidermiszellen erkennen (T. III, 28); wendet man dagegen das Präparat, so dass man die Epidermis von der untern Seite betrachtet, so sieht man die beiden halbmondförmigen Spaltöffnungszellen vollständig (T. III, 27). Auf einem senkrecht durch die Epidermis geführten Schnitt sieht man zwischen den höheren Epidermiszellen entweder beide (T. III, 29 a) oder nur eine derselben in seitlicher Richtung (T. III, 29 b) durchschnitten. Wird der Schnitt beim Ablösen der Epidermis noch durch die Lage der gestreckten Zellen geführt, so scheinen die Spaltöffnungszellen von einem Kranz kleiner Zellen umgeben zu sein.

Die mittlere Lage besteht aus 2 Schichten gestreckter Zellen, einer äussern gelblichen, schmäleren und einer inneren breiteren von rother Farbe. Erstere besteht aus einer Schichte der Länge nach aneinandergereihter, eckiger Zellen, deren aneinanderstossenden Wände in der Mitte beinahe oder bis zum völligen Verschwinden des Lumens verdickt sind, das hingegen an dem oberen und unteren Ende derselben in Gestalt eines dreieckigen Raums vorhanden bleibt. Eine feine helle Linie zieht sich ebenfalls, wie bei *Mars.* durch ihre Mitte hin. — Die Zellen der innern Schichte sind breiter als die der äussern, und stehen oft zu 2 oder mehreren, hauptsächlich an der Basis des Receptaculums, senkrecht übereinander; ihre Wände sind ungleich verdickt, lassen aber immer das Lumen in seiner ganzen Continuität kenntlich. Auf Querschnitten kann man in beiden concentrische Verdickungsschichten erkennen.

Die Parenchymzellen der 3. Schichte bleiben meist völlig zartwandig und erhalten einen braunen, harzartigen Inhalt. Zwischen den äussern treten Intercellularräume von unregelmässiger Gestalt auf, die inneren hingegen bleiben dicht aneinander liegen.

Das Gefässbündel durchbohrt in gerader Richtung die derbe Haut und löst sich in 12 Zweige auf, die von der Parenchymlage umgeben, in der Mitte und an den beiden Rändern einer jeden der 4 Klappen, in welche das reife Receptaculum aufspringt, verlaufen.

Die Höhle des Receptaculums wird von 4 Indusien eingenommen, die nach aussen mit den Klappen verbunden sind, nach innen so aneinander liegen, dass das Receptaculum durch 2 sich rechtwinklicht kreuzende Scheidewände in 4 Fächer getheilt erscheint. In der Mitte des Rückens, also dem mittleren Gefässbündelzweig der Klappe entsprechend, zieht sich eine Leiste hin, der nach oben die Antheren, nach unten die Ovula

ansitzen. Die Indusien bestehen aus einer Schichte gelatinöser Zellen; die der Rückenwand sind scharf von der Parenchymlage der derben Haut getrennt, die Leiste hingegen besteht aus kleineren, nicht gelatinösen Zellen und geht allmählig in die Parenchymlage über, mit der sie fest verbunden ist und von der sie im ausgebildeten Zustand nicht ohne Verletzung getrennt werden kann.

Das reife Receptaculum springt in 4 unvollständige Klappen auf, die Indusien quellen auf, trennen sich aber nicht von den Klappen los, sondern werden allmählig aufgelöst, und dadurch Ovula und Antheren frei.

Ein eigenthümliches Verhalten zeigen die Zellen des Indusiums zu Jodtinktur. Ihre Membran erhält nämlich durch dieselbe eine blaue Farbe, die auf Zusatz von Wasser allmählig verschwindet, nach abermaliger Einwirkung von Jodtinktur wiederkehrt ⁽¹⁾ etc. Der Primordialschlauch und einige Körner des Inhalts werden gelblich-braun gefärbt und behalten diese Farbe. Lässt man ein durch Jod gebläutes Präparat eintrocknen, so nimmt es eine röthlich-violette Farbe an; dann erscheint bei Zusatz von Wasser erst wieder die blaue Farbe, die dann allmählig verschwindet. Die zelligen Säckchen der Antheren und Ovula von *Pil.* haben dasselbe Verhalten; die gelatinösen Zellen bei *Mars.* hingegen nicht. Im eingetrockneten Zustand kann man an den gelatinösen Zellen des Indusiums von *Pil.* und *Mars.*, aber nicht in denen des gallertartigen Wulstes, zarte feine Streifen erkennen, die dicht aneinanderliegend die ganze Membran einnehmen und beim Aufquellen allmählig verschwinden. ⁽²⁾

Entwicklung der Ovula u. Antheren von *Marsilea* u. *Pilularia*.

Die Entwicklung der zelligen Säckchen dieser Theile habe ich nur bei den Antheren von *Marsilea* verfolgt. Es erhebt sich hier eine Zelle der vorspringenden Leiste und sondert sich in zwei neue, eine untere cylindrische und eine obere kugelförmige. In ersterer schreitet zunächst der Zellenbildungsprozess weiter, und es entsteht der Stiel der Anthere, aus letzterer hingegen wird später das Säckchen. — Sämmtliche Säckchen bestehen aus einer Schichte plattgedrückter Zellen. Die Eisäckchen haben bei *Pil.* und *Mars.* eine längliche Gestalt und einen kürzeren breiten, aus vielen Zellenreihen bestehenden Stiel. Die Säckchen der Antheren haben bei *Mars.* eine birnförmige Gestalt, und sind von einem längeren oder kürzeren, aus etlichen Zellenreihen bestehenden Stiel getragen; bei *Pil.* haben sie eine keulenförmige Gestalt und sitzen mit ihrem schmälern Ende der Leiste an.

In sämmtlichen Säckchen entstehen nun auf gleiche Weise Kerne in grosser Menge;

⁽¹⁾ Die blaue Farbe kann hier keinesfalls Folge einer chemischen Verbindung sein.

⁽²⁾ Alle Versuche die Gallerte von der Zellenmembran zu trennen oder auf irgend eine Weise kenntlich zu machen blieben erfolglos. *Corda's* Angabe, dass sie durch salpetersaures Quecksilberoxydul getrübt werde, ist zwar richtig; jedoch wird das ganze Präparat dadurch getrübt, und man hat keinen Vortheil die Gallerte zu erkennen.

um diese bilden sich Zellen, die locker das Säckchen erfüllen und in den Antheren zu Mutterzellen der Pollenkörner werden; in dem Eisäckchen konnte ich ihre Entwicklung nicht vollständig verfolgen. Alle Beobachtungen sind hier überhaupt bedeutend schwieriger als bei *Salvinia* anzustellen, da das Säckchen meist völlig undurchsichtig ist, und ferner der Inhalt nicht ausgedrückt werden kann, ohne dass das ganze Präparat unkenntlich wird.

Die Pollenkörner, deren Entstehung zu je vierein innerhalb von Mutterzellen zuerst von *H. Mohl* ⁽¹⁾ beobachtet wurde, besitzen eine innere zarte und eine äussere derbe, halb undurchsichtige, stark punktirte, gelbe Haut. Ihr Inhalt ist ölig-körnig. In Wasser schwellen sie etwas an, die äussere Haut löst sich von der innern und sondert eine Atmosphäre von einem ungefärbten zähen Schleim ab. Durch Druck lässt sich die äussere Haut ablösen und es erscheint die innere zarte ungefärbte Haut, welche von dem früheren Druck der anliegenden 3 Körner 3 zarte Leisten zeigt. — Diesen Angabe *Mohl's* habe ich nur hinzuzufügen, dass man in den, jungen Pollenkörnern häufig noch die Kerne sieht, dass die Pollenkörner häufig schon frei liegen, ohne dass die Secretion der äussern Haut begonnen hat, dass die abgesonderte Gallerte bei *Mars.* eine weitere Zone um die Pollenkörner bildet als bei *Pil.*, hingegen die Pollenkörner letzterer in einer gallertartigen Masse, die das Säckchen erfüllt, eingebettet sind. Die Gallerte, die äussere Haut und die Pollenzelle werden durch Jodtinktur nicht gefärbt, ihr Inhalt dagegen dunkelbraun.

Zu der Entwicklung des Eichens von *Pil.* lieferte *Schleiden* wichtige Beiträge. Er sah das Eisäckchen zum Theil mit zarten, wasserhellen, kugeligen Zellen, zum Theil mit Gruppen von 4 tetraëdrisch vereinigten Zellen erfüllt, von welchen letzteren eine, die gerade das Centrum des Eisäckchens einnahm, sich ausdehnte, so dass sie bald den grössten Theil des Raums einnahm und den Embryosack darstellte. — Meine eignen Untersuchungen beginnen erst wieder, nachdem der Embryosack das Säckchen ausfüllte, und die Secretion der äussern Haut begonnen hatte. — Bei *Mars.* hat er eine längliche Gestalt, und ist ringsum von der secernirten amorphen Masse umgeben, die in der weiteren Entwicklung dieselben Veränderungen wie die äussere Haut bei *Salvinia* erleidet, und endlich eine derbe weisse Schichte darstellt, die aus kleinen, eckigen, senkrecht auf dem Embryosack stehenden Zellen gebildet zu sein scheint; ferner dehnt sich der Embryosack noch an der Stelle, die nach der Basis des Säckchens gerichtet ist, kegelförmig aus, und bildet hier eine gelbe vorspringende Warze, die alsdann nur von einer dünnen Schichte dieser amorphen Masse bedeckt ist, in der nur feine Körnchen lagen, und die nie eine weitere Ausbildung erfährt. Nachdem die äussere Haut secernirt ist, aber bevor sie ihre Ausbildung erreicht hat, tritt eine gelatinöse Schichte um dieselbe auf, in der man nur feine Querstreifen nach dem Ovulum zu erkennen kann. Sie besteht nicht aus Zellen und ist ebenfalls ein Produkt der Secretion. — Bei *Mars. Fabri* hat die äussere Haut dieselbe Beschaffenheit wie bei *Mars. quadrifolia*. Der vorragende Theil des Embryosacks ist grösser, von ziegelrother Farbe und nur von einer dünnen durchsichtigen Schichte der äusseren Haut überzogen, in der man ebenfalls nur feine Körner erkennen kann, die an der Stelle, wo der durchsichtige Theil in den derberen,

(¹) Flora 1855. p. 45.

scheinbar zelligen übergeht, dichter stehen und in Reihen angeordnet sind, welche wie ein Kranz den vortretenden Theil des Embryosacks umgeben.

Bei *Pilularia* hat der Embryosack eine ovale Gestalt, die Sekretion der äussern Haut beginnt auf dem oberen Drittheil desselben und erreicht hier einen stärkeren Durchmesser und eine weitere Ausbildung als an dem unteren Theil. Dann dehnt sich die Spitze des Embryosacks, die von der Basis des Säckchens abgewendet ist, kegelförmig aus und stellt eine kleine Spitze dar, die nur von einer dünnen Schichte der äussern Haut umgeben ist, und nun erst beginnt die Sekretion der gelatinösen Schichte, die sich wie bei *Mars.* verhält. — Das reife Ovulum hat eine mehr oder weniger eirunde Gestalt; sein unterer breiter Theil ist von dem obern schmälern durch eine Einschnürung geschieden, welche lediglich durch die Verhältnisse der äusseren Haut bedingt ist, indem der obere Theil derselben auf dem schmälern Ende des Embryosacks (der selbst gar keinen Theil an der Einschnürung hat) bedeutend dicker ist und aus senkrecht stehenden scheinbaren Zellen besteht, die sich allmähig gegen die Stelle der Einschnürung verlieren, der untere Theil hingegen bedeutend dünner ist und nur aus einer homogenen Schichte besteht, in welche Körner von verschiedener Grösse und scheinbare Zellen von runder Gestalt eingebettet sind. Die Spitze ist von einer dünnen amorphen Schichte bedeckt, die an einzelnen Stellen etwas dicker ist, so dass sie berippt und von Furchen durchzogen erscheint. Diese dünne amorphe Schichte setzt sich auch unter dem derben Theil der äussern Haut fort.

Der Embryosack enthält bei *Pil.* und *Mars.* Stärkmehlkörner, Schleim- und Oeltropfen. Die Gallertschichte wird durch Jodtinktur nicht gefärbt; die übrigen Theile des Ovulums verhalten sich gerade so zu diesem Reagens, wie die entsprechenden von *Salvinia*.

Stellen wir nun eine Vergleichung der Entwicklung der Fortpflanzungsorgane von *Pil.* und *Mars.* mit denen von *Salv.* an, so ergibt sich, dass bei sämtlichen zuerst die zelligen Säckchen und in diesen auf gleiche Weise Mutter- und Tochterzellen entstehen, dass diese Tochterzellen in den Antheren verharren, bei den Eichen hingegen durch Entwicklung einer einzigen, des Embryosacks (ich dehne hier *Schleiden's* Untersuchungen von *Pil.* auch auf *Mars.* aus), zur Resorption gebracht werden, dass dann in beiden amorphe Massen auftreten, die in den Antheren von sämtlichen Tochterzellen, in dem Eichen nur von einer, dem Embryosack secernirt werden und dass erst durch diese secernirten Massen die Hauptunterschiede der ausgebildeten Theile hervortreten. So sehen wir, dass in *Salv.* sämtliche Pollenkörner in eine Masse vereinigt werden, bei *Pil.* und *Mars.* hingegen immer getrennt bleiben und jedes Pollenkorn eine äussere Haut erhält; dass in dem Ovulum von *Salv.* die äussere Haut an der Spitze des Embryosacks (d. h. der Stelle, wo später die weitere Entwicklung stattfindet, welche bei *Pil.* und *Salv.* der Basis des Eisäckchens ab-, bei *Mars.* ⁽¹⁾ hingegen zugewendet ist) von 3 Lappen derselben Haut bedeckt ist, hingegen bei *Pil.* und *Mars.* gerade an dieser Stelle verdünnt ist etc. Die gelatinösen Massen, die bei *Pil.* und *Mars.* secernirt werden, fehlen bei *Salv.* völlig.

(¹) Ein constantes diagnostisches Zeichen dieser Gattung, wie ich mich an vielen Species in dem Herbarium von Herrn Prof. *A. Braun* zu überzeugen Gelegenheit hatte!

Endlich ist noch einer Uebereinstimmung in den zeitlichen Verhältnissen der Entwicklung der Fortpflanzungsorgane sämtlicher *Rhizocarpeen* zu gedenken, die darin besteht, dass die Ovula vor den Antheren entstehen und vor denselben ihre Ausbildung erreichen.

Befruchtung und Keimung der Rhizocarpeen.

Die ersten Veränderungen, die man an dem Eichen von *Salvinia* ⁽¹⁾ bemerkt, bestehen darin, dass die Spitze desselben breiter, mehr abgerundet wird, dass an dieser Stelle das Säckchen, das immer dem Ovulum dicht anliegen bleibt, zerreisst, und dass die 3 Lappen, die die Spitze des Ovulums bilden, auseinander weichen, so dass es in 3 Lappen aufgesprungen zu sein scheint. Die mikroskopische Untersuchung in dieser Periode zeigt, dass der Theil des Embryosacks, der unter der Spitze des Ovulums gelegen, sich halbkugelig ausgedehnt hat und dass eine Schichte zarter, chlorophyllhaltiger Zellen sich unmittelbar auf dieser ausgedehnten Stelle des Embryosacks entwickelt hat. Dieser Ausdehnung scheint zunächst die äussere Haut noch folgen zu können, und das Ovulum wird breiter; dann aber, wenn die Zellschichte sich entwickelt, werden die 3 Lappen auseinander getrieben, so dass man an jedem Ovulum, das geplatzt ist, die Ausdehnung des Embryosacks und die Entwicklung dieser Zellschichte beobachten kann. Der ausgedehnte Theil des Embryosacks ist bedeutend dünner geworden, hat seine gelbe Farbe verloren und wird von Jodtinktur nicht mehr gebräunt und geht nach unten in seinen übrigen unveränderten derben Theil über. Auf welche Weise die ersten Zellen auf dem Embryosack entstehen, konnte ich nicht verfolgen; gewiss nur ist, dass sie diesem fest aufsitzen, dass ihre Entwicklung auf dem obersten Theil desselben beginnt und von da nach abwärts schreitet. Die Gestalt der ganzen Schichte ist die eines Dreiecks, dessen Seiten den drei Lappen des Ovulums entsprechen. In der Folge vermehren sich diese Zellen und erheben sich als Keimwulst, wie ich diesen Theil nach *Bischoff* nenne, zwischen den drei Lappen, welche dadurch so auseinander getrieben werden, dass sie nach aussen abstehen. Die scheinbaren Zellen der äussern Haut werden lockerer und deutlicher kenntlich. Auf welche Weise jener 4te kleine Lappen und der concentrische Theil der äussern Haut an dieser Stelle entfernt wird, konnte ich nicht verfolgen.

Bei *Pil.* und *Marsilea Fabri* quillt die gelatinöse Schichte um die Ovula auf, die zelligen Säckchen zerreißen und die Eichen werden frei.

Bei *Pil.* wird die hervorragende Spitze des Eichens mehr abgerundet, indem der Embryosack an jener Stelle, die nur von einer dünnen Schichte der äussern Haut umgeben ist, sich cylindrisch ausdehnt (Taf. III. 2, 3. S. Erkl. v. Taf. III.) und unmittelbar

(¹) Nachträglich ist zu bemerken, dass die Receptacula von *Salvinia* nicht aufspringen, sondern im Herbst allmählig aufgelöst werden. Ovula und Antheren werden dadurch frei und schwimmen auf der Oberfläche des Wassers. Die zelligen Säckchen der ersteren erhalten eine etwas bräunliche Farbe, werden jedoch nie so braun, wie die Antheren. — Die Angabe der meisten Autoren, dass Ovula und Antheren sich zu Boden senken und erst im Frühjahr auf die Oberfläche des Wassers erheben, ist auf die Fälle zu beschränken, wenn sie nicht isolirt sind, sondern mit Stücken der abgestorbenen Pflanze noch in Verbindung stehen.

auf dieser ausgedehnten Stelle sich Zellen entwickeln (Taf. III. 7). Die ersten dieser Zellen entstehen auf der Spitze des Embryosacks (Taf. III. 4, 7) und zeichnen sich durch ihre Grösse sowohl, als ihre sonstige Beschaffenheit, auf die ich später zurückkomme, von den übrigen aus, welche nach aussen und abwärts von ihnen entstehen, und sich schnell mit Chlorophyll füllen (Taf. III. 4, 7). Die äussersten sind so platt gedrückt, dass sie kaum über dem Embryosack erhaben sind, und können nicht von diesen getrennt werden. Durch diese Ausdehnung des Embryosacks sowohl, als durch die Entwicklung dieser Zellen spaltet sich die dünne äussere Haut in Zähne (Taf. III. 1, 2 c) welche anfänglich mehr oder weniger dicht noch diesem Keimwulst anliegen, dann aber mit der Vergrösserung desselben abfallen. Bei *Mars.* stimmt die Entwicklung dieser Theile vollkommen mit *Pil.* überein, nur dass jene vier auffallende Zellen auf der Spitze des Keimwulstes fehlen. Die übrigen haben zuerst einen röthlichen Inhalt, der aber bald von Chlorophyll verdrängt wird. Die dünne Schichte der äusseren Haut springt nicht in Zähne auf, sondern löst sich in kleineren oder grösseren Parthieen los, oder springt ringsum ab. Bei beiden reicht der Keimwulst gerade bis zu der Stelle, wo der Embryosack mit dem derben Theil der äussern Haut in Berührung steht, der selbst aber völlig unverändert bleibt und keinen Theil an der Entwicklung dieser Zellen nimmt. Der ausgedehnte Theil des Embryosacks wird bei beiden bedeutend dünner, und seine Membran kann bald nicht mehr von der untern Wand der ihn bedeckenden Zellen unterschieden werden, er wird vollkommen durchsichtig weiss und wird nicht mehr durch Jod gebräunt. Nach unten geht er allmählig in den unveränderten derben Theil über ⁽¹⁾. Gleichzeitig erhält sein Inhalt einen grünlichen Anflug.

Schleiden giebt an, dass bei *Pil.* und *Salv.* die Zellen des Eikerns (Siehe oben.) nahe an der Spitze des Embryosacks sich entwickeln, deutlich unterscheidbar und locker werden, sich mit Chlorophyll füllen, den Eikern durchbrechen und die Kernwarze (*mammilla nuclei*) darstellen. — Mit diesen Angaben stehen meine Beobachtungen in Widerspruch, denn bei *Pil.* hat die Spitze des Embryosacks, wo die Entwicklung dieser Zellen beginnt, nur eine dünne amorphe äussere Haut, die gar keine Zellen nachahmt, und der derbe Theil dieser äussern Haut bleibt völlig unverändert und hat keinen Theil an der Entwicklung des Keimwulstes. Bei *Salv.* ahmt an dieser Stelle allerdings die äussere Haut Zellen nach, die auch lockerer und deutlicher unterscheidbar werden, doch habe ich sie nie mit Chlorophyll gefüllt gesehen, sondern konnte sie immer von den Zellen, die auf dem Embryosack sich entwickelten, unterscheiden. Ueberhaupt scheint mir die Annahme, dass in einer secernirten Substanz, wie doch diese äussere Haut ist, wirkliche Zellenbildung stattfinde, verwerflich.

Mit diesem Keimwulst kommen nun nach *Schleiden* die Pollenkörner in Berührung, ihre Schläuche dringen zwischen dieselben tief ein bis an eine Schichte kleiner grüner Zellen, die den Embryosack unmittelbar bedeckt, kommen aber nie mit dem Embryosack selbst in Berührung. Bei *Salv.* ist der Pollenschlauch länger, bei *Pil.* kürzer.

Hier entsteht nun zunächst die Frage (die *Schleiden* völlig übergeht), auf welche

⁽¹⁾ Wir sehen also hier verschiedene Theile derselben Zellenmembran sich auf verschiedene Weise zu Jodtinktur verhalten. — Während früher der Embryosack bei seinem Wachsthum stickstoffhaltige Bestandtheile aufnahm, sehen wir diese nun wieder an einem Theil durch Entwicklung neuer Zellen verschwinden.

Weise die Pollenkörner von *Salv.* einen Schlauch entwickeln, da sie im ausgebildeten Zustand in eine feste Masse vereinigt sind. Von drei Möglichkeiten die mir hier vorhanden zu sein scheinen, dass nämlich entweder die Pollenkörner aus der vereinigten Masse heraus Schläuche entwickeln, oder dass die Intercellularsubstanz zwischen denselben aufgelöst und die einzelnen Pollenkörner dadurch frei, oder drittens, dass die Pollenkörner junger Antheren, die, wie oben bemerkt, immer frei liegen, diese Schläuche entwickeln, wird erstere durch nichts bestätigt, ist die zweite deshalb unwahrscheinlich, weil ich an reifen Antheren, die jetzt beinahe ein Jahr in Wasser liegen, die Auflösung der Intercellularsubstanz nicht erfolgen sah, sondern sie noch grade so fest wie zuvor finde. Die dritte dürfte daher am wahrscheinlichsten sein, wiewohl sie durch meine nun folgenden Beobachtungen keineswegs als erwiesen zu betrachten ist. — Ich sah nämlich sehr häufig am Rande des geplatzten Ovulums, entweder wenn der grüne Keimwulst schon hervorgetreten oder kaum sichtbar war, runde Zellen in verschiedener Zahl anhängen oder eine Menge dieser Zellen durch eine amorphe Masse etc. verbunden zwischen die Lappen des Ovulums selbst eingedrungen (Taf. II. 1), von wo sie leicht in einer zusammenhängenden Masse hervorgezogen werden konnte. Wiewohl diese ganze Masse dem unbewaffneten Auge als ein weisser Punkt erschien, so konnte ich sie doch nie anders als in Berührung mit dem Ovulum erkennen und muss daher, da ich keinen Zweifel hege, dass diese Zellen die Pollenkörner waren, unentschieden lassen, ob sie durch Auflösen der Intercellularsubstanz frei geworden sind, oder ob sie von jungen Antheren, deren immer genug vorhanden sind, herrühren. — Diese Zellen haben meist eine runde Gestalt, eine hellgelbliche Farbe und sind mit kleinen Körnchen von verschiedener Grösse dicht erfüllt (T. II. 4, 9 a). Diese Körnchen zeigen meist Molekularbewegung⁽¹⁾ und sind oft von dem Primordialschlauch umgeben (Taf. II. 9 b), und werden durch Jodtinktur braun gefärbt. Die drei Leisten konnte ich nie mehr an der Membran dieser Zellen erkennen. Ihre Grösse sowohl als ihr Inhalt zeigen bedeutende Verschiedenheiten. So enthalten diese Zellen oft nur wenige grössere Bläschen (Taf. II. 10), oder sie zeigen einen Kern von gelblicher Farbe, der entweder wandständig (Taf. II. 6, 7), oder frei in ihrem Innern liegt, aber immer scharf abgegrenzt ist. Zuweilen schliesst dieser Kern ein helleres Kernkörperchen ein (Taf. II. 14), oder er ist hohl und enthält mehrere Körnchen (Taf. II. 11). In andern Fällen hat er eine sehr bedeutende Grösse (Taf. II. 12, 15, 16), ist alsdann dunkelbraun und zeigt im Innern noch einen zweiten scharfen Rand, der entweder in weiterer Entfernung (Taf. II. 12, 15) von dem äussern oder diesem dicht anliegt (Taf. II. 16 a), und in letzterem Fall durch Einwirkung von Salpetersäure getrennt werden kann (Taf. II. 16 b, dasselbe Präparat), wobei die braune Farbe des Kerns in eine rothe übergeht. — Diese Zellen liegen ferner oft dicht aneinander und erhalten dadurch verschiedene Gestalten (Taf. II. 8). Ausser ihnen kommen noch bedeutend kleinere Zellen vor (Taf. II. 17, a, b, c), die meist einen braunen granulirten Kern enthalten, und endlich freie gra-

(¹) Oft findet man die ganze Zelle von etwas grösseren Körnchen dicht erfüllt, die in raschem Strom rotiren, welche Rotation ich oft 3 Minuten und länger anhalten sah. Einigemal platzten diese Zellen an einer kleinen Stelle, ohne dass ich eine Veranlassung dazu wahrnehmen konnte; die Körnchen traten allmählig während der Rotation aus, bis endlich die Zelle völlig leer war und die Oeffnung sichtbar wurde. Die ausgetretenen Körner schienen sich ausserhalb der Zelle zum Theil stossweiss zu bewegen, zum Theil lagen sie ruhig, so dass ich beinahe vermuthen möchte, dass es infusorielle Bildungen waren.

nulirte Kerne (Taf. II. 17 c, d), entweder von hellerer oder von dunklerer Farbe, und zuweilen auch von zwei Contouren umgeben. (Ich habe hier alles für Kerne beschrieben, was sich durch Jod bräunt.) Sämmtliche diese verschiedenen Theile sind durch eine schmutzig weisse amorphe Masse, in der sich Pilzfäden in grosser Menge entwickelt haben, in einem Haufen vereinigt und lassen sich in eine Masse aus der Spalte des Ovulums entfernen. — Nur in äusserst seltenen Fällen (Taf. II. 13 a, b) konnte ich kurze Pollenschläuche sehen. — Auf welche Weise diese Verschiedenheiten des Inhalts der Pollenkörner entstehen, wenn sie auch im Allgemeinen eine einfache Beschaffenheit haben (Taf. II. 4, 9), müssen spätere Beobachtungen darthun.

Bei *Pil.* und *Mars.* sind die Pollenkörner immer getrennt und dadurch leicht kenntlich. Sie streifen ihre äussere Haut ab und stellen wasserhelle Bläschen dar. *Müller*, der sie zuerst sah, hielt sie für ausgetretene Körner des Inhalts des Ovulums; *Schleiden* erkannte in ihnen die Pollenzellen.

Bei *Salvinia* kommen die Pollenkörner in Menge mit dem Keimwulst in unmittelbare Berührung (Taf. II. 2), der sich nun in Gestalt eines kegelförmigen Körpers erhebt, indem seine Zellen sich rasch vermehren. Seine Basis hat eine dreieckige Gestalt und auf seiner Spitze fallen vier Zellen durch ihre gelbliche oder bräunliche Farbe auf. Diese vier Zellen sind rechtwinklicht vereinigt (Taf. II. 21) und liegen meist dicht aneinander, lassen aber auch zuweilen einen Intercellulargang zwischen sich (Taf. II. 20, 22). Von oben betrachtet, sieht man in der Mitte einer jeden Zelle einen Kreisbogen (Taf. II. 21, 22), der der obern Wand angehört, indem diese kleiner und abgerundet, hingegen die untere grösser und eckig ist und, da die Zellen abgeplattet sind, mit dem obern in derselben Ebene zu liegen scheint.

Bei *Pil.* vermehren sich ebenfalls rasch die Zellen des Keimwulstes, der dadurch zunächst an seiner Basis breiter wird. Auf seiner Spitze finden sich ebenfalls vier solcher Zellen, die, wie bereits bemerkt, hier sehr früh entstehen (Taf. III. 7 h). Diese Zellen lassen hier ebenfalls entweder einen grösseren (Taf. III. 13) oder kleineren (Taf. III. 4 h, 12) Intercellulargang zwischen sich, oder liegen, wie meist, ganz dicht aneinander (Taf. III. 7, 14, 15). Dass jene innere runde Contour der obern Fläche dieser Zellen, die äussere hingegen der untern angehöre, ist leicht zu beobachten, da die Zellen eine bedeutendere Höhe erreichen. [zumal wenn man sie von der Seite betrachtet] (Taf. III. 15, 16, 8 h). *Schleiden* giebt an, dass zwischen diesen Zellen die Pollenschläuche eindringen. Meine eignen Untersuchungen blieben hier leider ohne Resultat, denn bei *Salv.* sah ich nur ein einzigesmal Pollenkörner in dem Keimwulst festsitzen (auch zu mehreren, ganz ähnlich wie bei *Pil.*), und bei *Pil.*, wo man beinahe an jedem jungen Keimwulst die Pollenkörner zu 2-4 diesen Zellen aufsitzen sieht, ist es mir nie gelungen, den Schnitt so glücklich zu führen, dass ich einen eingedrungenen Theil des Pollenschlauchs gesehen hätte, sondern ich sah immer nur aussen auf diesen Zellen die Pollenkörner aufsitzen (Taf. III. 2, 3). Gelingt es, diese Zellen so loszulösen, dass die Pollenkörner ihnen noch aufsitzen (Taf. III. 14, 15), so erscheint oft die obere Fläche dieser vier Zellen vertieft zu sein, doch lagen diese immer dicht aneinander. (In den wenigen Fällen, wo ich Intercellulargänge zwischen denselben sah, sah ich nie Pollenkörner aufsitzen.)

Bei *Mars.* scheinen diese vier Zellen dem Keimwulst abzugehen; einigemal sah ich

unverkennbare Pollenkörner in einem Intercellulargang zwischen seinen Zellen einge-
drungen (Taf. III. 24).

Wiewohl sich hier also nach meinen Beobachtungen noch manche Schwierigkeiten
erweisen, wie z. B. das Verhalten der Pollenschläuche bei *Salv.*, das Eindringen der-
selben zwischen jenen vier Zellen, so sind doch *Schleiden's* Angaben von solcher Schärfe,
dass sie alle Zweifel beseitigen müssen. So sah *Schleiden* bei *Pil.* und *Salv.* den ganzen
Verlauf des Pollenschlauchs, in dem blasenartig ausgedehnten Ende desselben den Em-
bryo entstehen und diesen noch längere Zeit von demselben überzogen.

Bei *Salvinia* vergrößert sich der Keimwulst rasch. (Kerne mit Kernkörperchen sind
meist in den Zellen zu erkennen, doch wegen der zahlreichen Chlorophyllkörner ist die
Zellenbildung selbst nicht zu verfolgen). Die vier Zellen, die früher auf seiner Spitze
standen, rücken mehr nach der einen Seite und unter denselben gewahrt man eine
dunklere Stelle (Taf. II. 3 c), die von dem Embryo herrührt. In der weiteren Ent-
wicklung wird der Keimwulst nach oben breiter, mehr abgerundet, tritt in Gestalt eines
platten Körpers über das Ovulum hervor und schickt seitlich zwei Fortsätze längs dem-
selben herab. Mit dem weiteren Wachsthum des Embryos wird mehr und mehr von
dem Parenchym des Keimwulstes verdrängt; dieser wird mehr ausgedehnt, hauptsächlich
nach der Seite, wo die vier Zellen liegen, so dass er unter dieser Stelle eine rund-
liche Hervorragung erhält. Dann dehnt sich der Embryo nach oben aus, spaltet den
Keimwulst auf seinem höchsten Rand und tritt allmähig als eine flache Scheibe über den-
selben hervor, der nun nur noch aus einer Zellschichte besteht und in Gestalt von
zwei platten Lippen den Embryo umgiebt.

Der jüngste Embryo, den ich unversehrt heraus präpariren konnte, hatte die Grösse von
 $\frac{1}{15}$ ''' und stellte einen nach oben abgerundeten platten ⁽¹⁾ zelligen Körper dar (erstes Blatt),
der nach unten zwei Lappen hatte; zwischen beiden Lappen befand sich eine nach unten
gerichtete, kleine zellige Hervorragung (Stengel) die an der untern Fläche des Blatts
befestigt war. Beide Lappen des Blatts vereinigen sich später und der Stengel ist dann
auf der untern Fläche desselben befestigt, so dass das Blatt schildförmig wie von einem Stiel
getragen zu werden scheint. Der Stengel entwickelt sich nun gerade nach abwärts und
bleibt in unmittelbarer Berührung mit der Zellschichte des Keimwulstes, die den Em-
bryosack bedeckt. Das Blatt vergrößert sich auffallender, spaltet mit seinem obern
Rand den Keimwulst und tritt mit diesem zunächst über denselben hervor; dann folgt
auch der untere und das Blatt schwimmt auf der Oberfläche des Wassers und wird
in der Folge durch die Verlängerung des Stengels immermehr von dem Keimwulst
entfernt, so dass es von einem Stiel, der in dem Keimwulst haftet, getragen zu
werden scheint. Der Embryo liegt immer völlig frei in dem Keimwulst und
scheint nirgends mit demselben verwachsen; auch das Stengelchen, das in unmittelbarer
Berührung mit der Zellschichte steht, die den Embryosack bedeckt, verwächst nicht
mit derselben, sondern kann leicht unversehrt aus dem Keimwulst hervorgehoben werden.
Neben dem Befestigungspunkt des Blatts an dem Stengel (zwischen dem Centrum der

(¹) Bei jüngern Embryonen schienen mir die beiden seitlichen Hälften dieses Theils auf einander zu liegen. —
Dadurch scheint alsdann der ganze Embryo dicker und bildet eine so auffallende Hervorragung unter den
vier Zellen des Keimwulstes.

untern Fläche und dem zuletzt hervorgetretenen Rand desselben), sitzt eine Knospe, die aus zwei Blättchen besteht, welche von einem noch sehr verkürzten Stengelchen (erster Ast, Seitenaxe) getragen werden. Auf der oberen mehr gewölbten Fläche des ersten Blatts bemerkt man einen dunkeln Streifen, der sich von dem untern Rand desselben bis zu dem Anheftungspunkt am Stengel hinzieht. In diesem Streifen spaltet sich später das Blatt ⁽¹⁾ und aus dieser Spalte entwickelt sich dann die Knospe.

Die Richtung des Keimwulstes sowohl, als auch die Lage des Embryos ist im Verhältniss zum Ovulum eine bestimmte. Die beiden seitlichen Fortsätze des Keimwulstes steigen nämlich in zwei Spalten nach abwärts und umgeben, da sie nach hinten convergiren, einen Lappen des Ovulums. Denken wir uns diesen Lappen und die beiden Fortsätze nach hinten gerichtet, so finden sich nach vorn die zwei übrigen Lappen, zwischen welchen sich, also der dritten Spalte entsprechend, constant der durch den Embryo vorgetriebene Theil des Keimwulstes mit den vier braunen Zellen findet, so dass, wie schon früher der Keimwulst eine dreieckige Basis hatte, er sich auch nun nach drei Seiten ausgedehnt zeigt, indem zwei der Kanten dieses Dreiecks die Fortsätze, die dritte den vorgetriebenen Theil bildet. Ferner ist die Spalte des ersten Blatts des Embryos, die sich von dem Befestigungspunkt desselben nach dem zuletzt vorgetretenen Rand desselben hinzieht, constant gegen den von beiden Fortsätzen eingeschlossenen Lappen des Ovulums gerichtet. (Zur Erläuterung dieser Richtungen dienen Taf. II. 18, 19).

Das erste Blatt des Embryos besteht aus in Reihen angeordneten Parenchymzellen, die sich von seinem Anheftungspunkt nach der Peripherie und in den beiden noch unvereinigten Lappen der Länge nach hinziehen. Sie sind dicht mit Chlorophyll gefüllt und enthalten Kerne und Kernkörperchen. Ist das Blatt hervorgetreten, so kann man eine obere und untere Epidermis und zwischen beiden eine Schichte Parenchymzellen unterscheiden. Letztere wird von grossen Luftkanälen und einigen äusserst feinen gestreckten Zellen (von dem Befestigungspunkt am Stengel gerade nach der Mitte der Peripherie) durchzogen. Die obere Epidermis besteht aus grösseren Zellen, deren Wandungen etwas geschlängelt sind, und hat Spaltöffnungen (Taf. II. 33), die von zwei halbmondförmigen Zellen gebildet werden und ganz den gewöhnlichen Bau haben, oder die beiden Spaltöffnungszellen sind mehr eckig und liegen mit den benachbarten Zellen in derselben Ebene. Die untere Epidermis besteht aus kleineren Zellen und hat keine Spaltöffnungen. Der Stengel besteht aus etwas gestreckten Parenchymzellen, die von einem feinen Bündel langgestreckter Zellen durchzogen sind, in welchen sich aber noch keine Gefässe entwickelt haben. Sein gegen das Ovulum gerichtetes oberes (scheinbar das untere) Ende besteht aus den kleinsten Zellen und entwickelt sich weiter. (Das Blatt schwimmt, sobald als es über den Keimwulst hervorgetreten, auf der Oberfläche des Wassers und wird durch die Entwicklung des Stengels, wenn diese auch schon beim Hervorheben des Blatts mitwirkte, nun von dem Ovulum weiter entfernt, indem dieses tiefer unter das Wasser gesenkt wird). Der Stengel sowohl als die untere Fläche des Blatts um seine Anheftung und die Knospe sind mit Haaren besetzt, die eine braune Spitze tragen. Die axilläre Knospe ist anfangs völlig vom Blatt bedeckt; mit der Spaltung desselben

(¹) Das Verhältniss dieser Spalte zu den beiden Lappen, durch deren Vereinigung das Blatt erst schildförmig wurde, bedarf genauerer Untersuchungen.

kann man ihre beiden Blättchen, die alterniren und von denen das eine etwas grösser ist als das andere, deutlich unterscheiden. Sie sind zusammengefaltet, indem die beiden Hälften jedes Blatts der Länge nach aufeinanderliegen, und die aufeinanderliegenden Ränder nach innen gegen den Stengel, also die von beiden gegeneinander, gerichtet sind. Die Seitenaxe verlängert sich allmähig und ist, wenn die Blättchen sich entfalten, deutlich kenntlich.

Bei *Pil.* und *Mars.* vergrössert sich ebenfalls der Keimwulst, wird bedeutend breiter (Taf. III. 5, 24 e), erreicht und überragt selbst die Breite des oberen Theils des Ovulums, dem er übrigens nur anliegt. Ein Theil seiner oberflächlichen Zellen dehnt sich in lange Fäden aus (Taf. III. 5, 25 n), die das Ovulum an Länge überragen und um es flottiren. In ihrem Ende liegt häufig ein Kern (Taf. III. 26). Die vier Zellen bleiben immer auf der Spitze des Keimwulstes und die Pollenkörner sitzen ihnen noch lange an; die Gallertschichte umgibt das Ovulum und den Keimwulst noch lange unverändert und wird erst allmähig aufgelöst. — Der Embryo, der schon sehr früh sichtbar ist, steht mit dem einen Ende seiner Axe in Berührung mit der Zellschichte des Keimwulstes, die den Embryosack unmittelbar bedeckt, ist mit dieser vollkommen verwachsen und kann nicht, ohne dass ein Theil zerreisst, von dieser getrennt werden. Er verdrängt nun mehr und mehr von dem Zellgewebe des Keimwulstes, und dehnt ihn hauptsächlich nach zwei entgegengesetzten Richtungen aus, indem er zuerst nach oben einen fadenförmigen Fortsatz (Taf. III. 9, 10), das erste Blatt, dann einen ähnlichen nach unten, erste Nebenwurzel, entwickelt. Der Keimwulst stellt alsdann ein aus einer Schichte Zellen bestehendes Säckchen dar, dessen Basis durch den cylindrisch ausgedehnten Theil des Embryosacks eine Einstülpung hat; mit der weiteren Ausdehnung werden seine Zellen mehr plattgedrückt und er wird nach oben von dem ersten Blatt, nach unten von der ersten Nebenwurzel durchbrochen, welche beide an ihrer Basis von ihm umschieden sind (Taf. III. 17). Die vier Zellen, wo die Pollenkörner sassen, sind meist noch wahrzunehmen. Die fadenartigen Ausdehnungen der Zellen des Keimwulsts schnüren sich zuweilen von oben aus in Zellen ab (*Müller*); einige dieser Fäden, die sich in der Höhle des Keimwulstes finden, scheinen zu verwachsen und sich ebenfalls in Zellen zu sondern, so dass der Keimwulst von aussen betrachtet, wie von einem feinen Netz dieser Fäden durchzogen erscheint. — Bei *Mars.* ist die Entwicklung sämtlicher Theile die nämliche, nur dass Blatt und Nebenwurzel eine schlankere Haltung haben (Taf. III. 25).

Hinten und seitlich von dem ersten Blatt in Bezug auf die Lage des Ovulums, aber vorn und seitlich in Bezug auf die Lage der Axe des Embryos findet sich, bereits ehe das Blatt den Keimwulst durchbrochen hat, eine Knospe welche von Haaren umhüllt ist, (Taf. III. 23), aus der sich der Stengel der zukünftigen Pflanze, also eine Seitenaxe, entwickelt. Diese bleibt zunächst noch sehr verkürzt und schickt nach oben Blätter, nach unten Nebenwurzeln. Das zweite Blatt ist noch von dem Keimwulst eingeschlossen (Taf. III. 18), und durchbricht diesen später; dann wird allmähig der Keimwulst aufgelöst. — Das Ende der Hauptaxe des Embryos hat sich nun über den ganzen vorgetriebenen Theil des Embryosacks ausgedehnt, und wenn man den Keimwulst entfernt, so bleibt der Embryo ganz fest auf dem Ovulum sitzen, und ist durch eine Zellschichte des Keimwulstes, die den Embryosack unmittelbar bedeckt, fest mit diesem verbunden. Der cylindrische vorgetriebene Theil bildet gleichsam eine Höhle in der Axe des Embryos, die

bis unter das zweite Blatt reicht, welche aber dadurch entsteht, dass die Axe des Embryos diesen Theil so umwachsen hat. In der Höhle selbst sieht man keine Spur mehr von der Membran des Embryosacks, dagegen sieht man ihn nach unten an dem Rand der Höhle noch ansitzen (Taf. III. 10). Sein Inhalt ist meist völlig resorbirt. Die Zellschichte, die den Embryosack dicht bedeckt und dem Keimwulst angehört, ist nur äusserst schwierig von den Zellen des Embryos zu unterscheiden und ich war lange zweifelhaft, ob sie nicht wirklich sämmtlich dem Embryo angehörten. Die Zellen, die die Höhle umgeben, liegen nämlich in zwei Lagen, die äussersten sind länger gestreckt und rühren von dem Embryo her, die innern aber fest mit den äusseren verwachsen sind etwas kleiner und gehören dem Keimwulst an.

Das zweite Blatt entwickelt sich an der bereits erwähnten Stelle, kreuzt sich mit dem ersten, und unter ihm entwickelt sich das zweite Nebenwurzeln (Taf. III. 19, 20). Das dritte Blatt entsteht seitlich von dem zweiten und nimmt genau die Richtung des ersten an, das vierte wieder die des zweiten (Taf. III. 22). Die Richtungen der Nebenwurzeln entsprechen sich ebenso; kurz die Blätter stehen an dem Ast alternirend und unter jedem entwickelt sich eine Nebenwurzel.

Die jungen Blätter und Nebenwurzeln bestehen aus gestreckten Parenchymzellen, die an ihren Enden sind die kleinsten und sind kaum unterscheidbar. Die Zellen des Blatts sind dicht mit Chlorophyll gefüllt und die Epidermis des Blatts erhält schon sehr früh Spaltöffnungen. Von dem Mittelpunkt der Hauptaxe gehen nach oben in das Blatt und nach unten in die Nebenwurzel einige feine Spiralgefässe aus, die sich in dem Centrum beider hinziehen, und von demselben Punkt erhält auch das zweite Blatt seine Gefässe (Taf. III. 21). Ferner wird das Parenchym von Blatt und Wurzel schon sehr früh von Luftkanälen durchzogen. Zuweilen findet sich die ganze Zellenmasse spiralig gedreht. —

Häufig entwickeln die Ovula von *Salv.*, nachdem sie geplatzt sind, keinen sichtbaren Keimwulst, sondern dieser bleibt auf die erste Zellschichte beschränkt; in andern Fällen entwickelt er sich weiter und stirbt alsdann ab, ohne dass man einen Embryo entdecken kann. Bei *Pil.* und *Mars.* entwickelt sich ebenfalls zuweilen der Keimwulst allein bis zu einer verschiedenen Grösse und stirbt ab, ohne dass eine Spur des Embryos wahrzunehmen ist. Die Gallertschichte löst sich dann schnell auf.

Die von den Antheren separirten Ovula von *Salv.* und *Pil.* sah ich bei meinen Keimversuchen⁽¹⁾ sich gar nicht verändern, von denen von *Salv.* platzte nicht einmal ein einziges. Das Resultat dieser Versuche stimmt also mit den Angaben von *Fabre* an *Marsilea* überein. Wiewohl mir selbst die Entwicklung des Keimwulstes als eine dem Ovulum allein zukommende Production und mir die Angabe von *Pietro Savi* als die natürlichste erscheint,

(¹) Die Ovula von *Salv.* wurden von lebenden Exemplaren gegen Ende Nov. 1844 in Wasser gelegt; die mit den Antheren vereinigten fingen Anfangs Februar 1845 an zu keimen und die neuen Pflänzchen entwickelten sich bis in den ersten Tagen des Juni, in welcher Zeit sie sämmtlich abstarben. Die weitesten hatten zwei Blättchen entfaltet und das Ovulum hing ihnen noch an. Den 15. Juni sah ich bereits in der freien Natur Pflänzchen mit drei Blattpaaren. — Die Eichen von *Pil.* und *Mars. Fabri* wurden von Exemplaren genommen, die seit 1842 im Herbarium getrocknet lagen; die von *Pil.* keimten im Februar, nachdem sie ungefähr 14 Tage im Wasser gelegen hatten, und entwickelten sich bis zum 4. Blatt. Das Ovulum hing gleichfalls noch an, als sie abstarben. Im August sah ich sie abermals keimen. — Die Eichen von *Mars. Fabri* entwickelten sich 8 Tage, nachdem sie in Wasser lagen, kamen aber auch nicht weiter als die von *Pil.* — Die Ovula von *Mars. quadrifolia* keimten gar nicht.

dass nämlich die separirten Ovula von *Salv.* den Keimwulst entwickelten, der dann stationär bliebe, wofür ferner auch die Beobachtungen der Ovula sprechen, die mit den Antheren vereinigt, den Keimwulst entwickelten, der dann abstarb, ohne dass man eine Spur eines Embryos erkennen konnte, so ist mir doch höchst auffallend, dass bei meinen Keimversuchen die separirten Ovula nie diesen Theil entwickelten. Mögen spätere Versuche diese Frage entscheiden!

Die Unterschiede zwischen dem Keimen von *Salv.* einerseits und *Pil.* nebst *Mars.* andererseits bestehen darin, dass bei Ersterer der Embryosack sich kugelförmig zwischen den drei Lappen des geplatzten Ovulums ausdehnt, bei *Pil.* und *Mars.* hingegen, das an sich schon vorgezogene Ende desselben eine cylindrische Ausdehnung erfährt; dass der Keimwulst bei *Salv.* zwei Fortsätze nach abwärts entwickelt und in seiner ganzen Breite von dem ersten Blatt gespalten wird, bei *Pil.* und *Mars.* hingegen sich seine äusseren Zellen fadenförmig ausdehnen und er nach oben von dem ersten Blatt, nach unten von der ersten Nebenwurzel durchbrochen wird; dass bei *Salv.* der Embryo frei in dem Keimwulst liegt und nur mit seinem schmalen Stengelende mit diesem in Berührung bleibt, bei *Pil.* und *Mars.* hingegen das breite Stengelende mit einer Zellschichte, die den Embryosack bedeckt, fest verwachsen ist und endlich darin, dass bei *Salv.* die Blätter der Seitenaxe sich durch ihre Gestalt von dem ersten Blatt unterscheiden, bei *Pil.* hingegen mit diesem übereinstimmen und dass bei *Salv.* die Nebenwurzeln fehlen, die sich bei *Pil.* unter jedem Blatt entwickeln.

Möge es nun noch erlaubt sein, in wenigen Worten, die Verhältnisse der Befruchtung und Keimung der Rhizocarpeen, im Vergleich mit den Phanerogamen und Cryptogamen auseinanderzusetzen.

Bei den Phanerogamen sehen wir, dass das Ovulum zur Zeit der Befruchtung mit seiner Mutterpflanze im Zusammenhang steht, dass der Pollenschlauch in unmittelbare Berührung mit dem Embryosack kommt, diesen selbst einstülpt oder durchbricht, dass in dem Ende des eingedrungenen Pollenschlauchs der Embryo entsteht, dessen Stengel (Hauptaxe) gegen das freie Ende des Pollenschlauchs, dessen Wurzel (Hauptwurzel) nach der entgegengesetzten Seite, gegen die Micropyle gerichtet ist, dass der Embryo alsdann in dem Samen eine Zeit lang unthätig bleibt und sich erst später entfaltet.

Bei den Rhizocarpeen sehen wir:

- 1.) dass sich das Ovulum bereits von der Mutterpflanze getrennt hat, ehe es befruchtet wird,
- 2.) dass die Entwicklung des Keimwulstes erst das Ovulum zur Befruchtung befähigt;
- 3.) dass der Embryo sich in diesem Keimwulst entwickelt und durch eine Zellschichte desselben von dem Embryosack getrennt bleibt und nie in unmittelbare Berührung mit demselben kommt und
- 4.) dass der Embryo gleich nach seinem Entstehen zur neuen Pflanze auswächst.

Die Deutung der Theile des Embryos der Rhizocarpeen kann nur gelingen, wenn man die Richtung des eingedrungenen Pollenschlauchs im Auge behält. Am Embryo von *Salv.* muss daher jene Hervorragung zwischen den beiden Hälften des ersten Blatts, die sich erst später weiter entwickelt, bei *Pil.* und *Mars.* hingegen der den Embryosack umwachsende Theil, der gerade der Eintrittsstelle der Pollenschläuche gegenüber liegt, als Stengel betrachtet werden. Eine Wurzel hingegen, d. h. ein Theil, der gegen die Ein-

trittsstelle der Pollenschläuche gerichtet ist, entwickelt sich bei keinem von beiden, die Hauptwurzel fehlt daher den Rhizocarpeen. Bei beiden sitzt unten an der Basis des Stengels ein Blatt, erstes Blatt, Cotyledon; bei *Pil.* entwickelt sich von demselben Theil des Stengels nach der entgegengesetzten Seite ein Nebenwürlchen. In der weiteren Entwicklung sehen wir in der Achsel des ersten Blatts eine Knospe entstehen, aus der sich ein beblätterter Ast, eine Seitenaxe, entfaltet. Wäre hier bei *Pil.* und *Mars.* der Stengel aus dem Ovulum herausgewachsen, die Lage der Theile also eine umgekehrte, so würde man, da in Bezug zum Ovulum das zweite Blatt hinten und seitlich vom ersten hervorbricht (in Wirklichkeit aber nach vorn und seitlich) zur Consequenz verleitet werden, dass die Pflanze rückwärts wachse. Umgekehrt dürfte es auch erlaubt sein, nach Erkennung der Lage der Theile aus diesen einen Schluss auf die Nothwendigkeit der Befruchtung zu machen.

Es ergeben sich also noch weitere Unterschiede von den Phanerogamen, wenigstens im Allgemeinen, wenn sich auch Analoga auffinden lassen: 1.) dass der Stengel, die Hauptaxe sich nicht weiter entwickelt und 2.) dass die Hauptwurzel gänzlich fehlt.

Schleiden nimmt ebenfalls an, dass die Terminalknospe nicht zur Entwicklung gelange, dass die Seitenknospe als Axillarknospe des ersten Blatts zu betrachten sei, dass diese dann fortwachsend, im Einklang mit vielen Phanerogamen, einen horizontal fortwachsenden Stengel bilde, dass bei *Salv.* gar keine Entwicklung des Wurzelendes statfinde, hingegen bei *Pil.* sich stets an die der Knospe entgegengesetzten Seite des Stengels, unmittelbar neben der festgehefteten Wurzelspitze, eine Wurzel sich entwickle, die als erster Wurzelast, nicht als Nebenwurzel zu bezeichnen sei. — Wenn ich letztere Deutung recht verstehe, so betrachtet *Schleiden* die zweite Nebenwurzel nach meiner Beschreibung als einen Ast der ersten, die er als Hauptwurzel nimmt. (*K. Müller* hielt das erste Blatt für den Stengel, das zweite Blatt für das erste, die erste Nebenwurzel für die Wurzel.)

Bei dem Keimen der Cryptogamen sehen wir die Spore sich in einen Schlauch ausdehnen, in diesem neue Zellen entstehen, die entweder unmittelbar zum Stengel der neuen Pflanze werden, (*Characeae*, *Lycopodiaceae*) oder erst ein zelliges Gebilde, *Proembryo* genannt, darstellen, (*Filices*, *Equisetaceae*, *Musci*, *Hepaticae*) aus dem später der beblätterte Stengel der Pflanze hervorgeht; in beiden Fällen aber sehen wir, dass ununterbrochen von der Ausdehnung der Spore an die Entwicklung der neuen Pflanze fortfährt. Sehen wir in den Sporen das Analogon der Pollenkörner, in den Ausdehnungen derselben das der Pollenschläuche, so müssen auch die in dem Sporenschlauch entstehenden Zellen mit dem Embryo verglichen werden, dem aber, da die Zellen, die gegen den mit der Spore in Verbindung stehenden Theil des Sporenschlauchs gerichtet sind, sich nie abschnüren und in dieser Richtung entwickeln, die Hauptwurzel fehlt. Die erste Axe wächst entweder unmittelbar zur neuen Pflanze aus (*Characeae*, *Lycopodiaceae*), oder sie bleibt verkürzt (*Proembryo*) und aus einer Knospe entsteht, als Seitenaxe, der beblätterte Stengel. *Bischoff*, der der Lehre von dem Proembryo die weiteste Ausdehnung gegeben, betrachtet den Keimwulst der Rhizocarpeen als ersten, und das erste Blatt bei *Salvinia* als zweiten Proembryo ⁽¹⁾, da aus ihm erst die neue Pflanze hervorwachse.

(1) Handb. d. Terminologie. p. 393. 604

Es werden also hier unter demselben Begriff zwei verschiedene Theile, von denen der erste dem Ovulum, der zweite dem Embryo selbst angehört, vereinigt. So wie *Bischoff*⁽¹⁾ im Allgemeinen den Proembryo mit dem Embryosack des Ovulums der Phanerogamen verglich, so verglich er den ersten von *Salvinia* mit der Kernhaut, den zweiten mit dem Embryosack des Ovulums der Phanerogamen. *Mohl*⁽²⁾ dagegen hat bereits eine Parallele zwischen dem Proembryo der Cryptogamen und dem Rhizom höherer Pflanzen durchgeführt, indem bei beiden aus Knospen der beblätterten Stengel entstehe, denen der absteigende Theil fehle. Bei den Farnen, z. B. *Asplenium Trichomanes* und *Ruta muraria*, entwickelt sich auf der untern Seite des laubartigen Proembryos eine Knospe; diese enthält den verkürzten Stengel (Seitenaxe), der nach oben sich entwickelnde Theil derselben ist das erste Blatt, (nicht die Axe), der nach unten sich entwickelnde ist eine Nebenwurzel (nicht Hauptwurzel); dann entsteht ein zweites Blatt und unter diesem ebenfalls ein Nebenwurzeln, dann das dritte und so fort; die Seitenaxe selbst, an der diese Blätter sitzen, entwickelt sich nur nach der Seite und bleibt immer sehr verkürzt und von einem absteigenden Theil, der diesem Stengel entgegengesetzt wäre, ist keine Spur vorhanden. Das Verhältniss dieser Blätter und Nebenwurzeln stimmt vollkommen mit dem von *Pilularia* überein.

Die Uebereinstimmung des Keimens der Rhizocarpeen mit dem der Cryptogamen⁽³⁾ besteht also darin, dass bei beiden die Pflanze unmittelbar nach der Entstehung in dem Sporen- oder Pollenschlauch fortwächst, dass also Entstehung und Entwicklung des Embryos in dieselbe Periode fällt (man kann meines Erachtens nur die Zellen, die hier innerhalb des Sporen- oder Pollenschlauchs entstehen, als Embryo betrachten), dass bei beiden die Hauptwurzel fehlt, wenn auch bei den Rhizocarpeen die Möglichkeit ihrer Entwicklung vorhanden ist.

(Wollten wir die Ovula der Rhizocarpeen als Sporen betrachten, so würden sie sich dadurch von allen übrigen unterscheiden, dass bei ihnen nicht innerhalb der Ausdehnung der Sporenzelle, sondern ausserhalb derselben die Zellen der neuen Pflanze entstehen. Dasselbe Verhältniss lässt auch keinen Vergleich zwischen dem Keimwulst und dem Proembryo zu.)

Abgesehen nun von den Eigenthümlichkeiten der Befruchtung und Keimung der Rhizocarpeen sehen wir in den wichtigsten Punkten diese Familie zwischen Phanerogamen und Cryptogamen die Mitte halten, indem sie mit ersteren die Befruchtung, mit letzteren die unmittelbare Entwicklung des Embryos zur neuen Pflanze gemein hat.

⁽¹⁾ Lehrb. d. Bot. II. p. 501.

⁽²⁾ Vergl. Symmetrie der Pflanzen. Tüb. 1836, p. 25, 24.

⁽³⁾ Das Keimen der grossen Sporen der Lycopodien (*Bischoff*, Kryptog. Heft. II. p. 124) ist nicht genau genug bekannt, als dass ich hier auf eine speciellere Vergleichung mit diesen eingehen könnte. — Die Keimpflanzen der kleinen Sporen sollen nach *Göppert* (Flora 1842. II. Litt. p. 111.) von den der grossen verschieden sein.

Bei dem Keimen von *Isoetes* (*Delile*, Mem. des Mus. d'hist. nat. XIV. p. 101) scheint, wie bei *Lycopodium* der Stengel, ein Blatt aus den grossen Sporen hervorzuwachsen, das noch von der äussern Haut der Spore (?) umschidet ist, und in der Folge der verkürzte Stock an der Stelle der Spore zu entstehen.

Verzweigung und anatomischer Bau.

Die gewöhnliche Beschreibung der Autoren von *Salvinia* ertheilt dieser Pflanze einen Hauptstengel, der sich in verschiedene Haupt- und Nebenäste theilt, nach oben in kurzen Internodien kurzgestielte, gegenständige Blätter trägt und nach unten unter jedem Blattpaar einen Ast (stielartigen Fortsatz, Fruchtsiel) entwickelt, an dem die Receptacula befestigt sind, welche von Wurzelzäsern (Nebenwurzeln), die sämmtlich oberhalb von ihnen entspringen, umhüllt sind.

Betrachtet man den Endtrieb einer noch im Wachsthum begriffenen Pflanze, so findet man an dem letzten äusserst kurzen Internodium zwei Blättchen (ebenso zusammengefaltet, wie bei den beiden Blättchen der ersten Seitenknospe angegeben) und einen sehr kurzen Stiel, der die jungen Receptacula trägt. Die Blättchen liegen auf diesem Stiel, der selbst horizontal absteht und die Fortsetzung des Stengels zu sein scheint; ebenso sieht man an dem Ende der ausgebildeten Pflanze zwei mehr oder weniger entfaltete Blättchen und gerade nach vorn abstehend entweder einen kurzen Stiel, der einige Receptacula trägt oder nur ein beinahe sitzendes Receptaculum, das das Ende des Stengels zu bilden scheint. Mit der Entfaltung der Blätter verändert sich die Lage derselben; sie stehen nun beinahe rechtwinklicht vom Stengel ab, ihre obere Fläche sieht nach oben und ihre untere schwimmt auf der Oberfläche des Wassers. Gleichzeitig tritt der horizontal abstehende Stiel der Receptacula durch Entwicklung eines neuen Trieb, der ganz dieselbe Beschaffenheit hat, nach unten und hängt beinahe senkrecht herab. Aus dieser Beschaffenheit des Endtriebs, sowohl der sich entwickelnden, als der ausgebildeten Pflanze, scheint hervorzugehen, dass der Stiel der Receptacula das Ende des Stengels ist, dass jedes Internodium zwischen zwei Blattpaaren als ein Ast des vorhergehenden zu betrachten ist und dass jeder Ast in dem Stiel der Receptacula endige; dass also das Verhältniss der ersten Knospe zur ersten Axe (Hauptaxe) sich durch die ganze Pflanze wiederholt, nur mit dem Unterschied, dass das Ende der ersten Axe in dem Keimwulst des Ovulums haftet und die erste Seitenaxe aus dem Winkel des ersten Blatts entspringt, hingegen das Ende der folgenden Seitenaxen frei im Wasser schwimmt, Receptacula trägt, und die neue Seitenaxe immer zwischen den beiden Blättern der vorhergehenden entspringt. Der scheinbare Stengel der ausgebildeten Pflanze ist etwas zickzackförmig gebogen, indem die aufeinander folgenden Internodien alternirend nach zwei verschiedenen Seiten gerichtet sind, und diesen Richtungen entsprechend steht das Ende der Seitenaxen, das die Receptacula trägt, so dass sämmtliche Receptacula der einen Seitenaxe nach der einen, die der nächsten nach der andern Seite gerichtet sind.

Die Verzweigung dieses scheinbaren Stengels hat ebenfalls eine bestimmte Gesetzmässigkeit, indem unter einem Blatt eines jeden Blattpaares, aber abwechselnd, auf beiden Seiten des Stengels Zweige entstehen, die also alterniren. Die ersten dieser Zweige verhalten sich gerade so wie der scheinbare Hauptstengel, erreichen beinahe dieselbe Grösse und stehen nach allen Seiten ab, so dass auf den ersten Blick die Pflanze aus von einem Punkt ausstrahlenden Stengeln zu bestehen scheint. Doch geben die ältesten Blätter hier immer Aufschluss, und man kann sich alsdann leicht von der alternirenden Stellung dieser grossen Aeste überzeugen. Die später entstehenden Zweige

bleiben kürzer, haben nur wenige oder selbst nur ein Blattpaar. (Steht dieses in weiterer Entfernung von dem Hauptstengel, so findet sich oft auch ein einzelstehendes Blatt an dieser Seitenaxe.) Noch weiter gegen das Ende der Pflanze finden sich in der Regel nur Receptacula, die von einem kurzen Stiel getragen sind und ebenfalls unter den folgenden Blattpaaren alterniren. An den letzten Blattpaaren endlich fehlen auch diese. An üppigen Exemplaren entwickelt sich zuweilen neben den Seitentrieben noch ein kurzer Ast mit Receptaculis. Fehlt unter einem Blattpaar der Seitentrieb völlig, so entwickelt sich der nächste in der ihm eigenen Richtung, gerade so als ob der fehlende vorhanden wäre. Wir sehen also hier an jeder Axe (die selbst in Bezug auf die vorige eine Seitenaxe ist) zwei Seitenaxen sich entwickeln, von denen die zuerst entstehende den Hauptstengel fortzusetzen scheint, die andere, später entstehende, mehr seitlich eine verschiedene Ausbildung erfährt. Aus der Alternation der Seitentriebe geht ferner hervor, dass ebenfalls die Seitenaxen, die den Stengel fortzusetzen scheinen, alterniren.

Die herabhängenden Enden sämtlicher Seitenaxen werden von ihrer Entwicklung an von einem Receptaculum eingenommen; in der Folge entstehen neben diesem die neuen, die ebenfalls immer das Ende der sich nun verlängernden Axe einnehmen, so dass man nie einen freien Theil der Axe den Receptaculis vorangehen sieht, sondern erst während dem Wachsthum der entstandenen und der Entstehung neuer verlängert sich die Axe. Die neuen Receptacula erscheinen als jene zelligen Hervorragungen (p. 6), die also als unmittelbare Fortsetzung der Axe, als Ende derselben zu betrachten sind. An der ausgebildeten Pflanze sitzen sämtliche Receptacula alternirend in zwei Zeilen an diesen Axen, deren oberer Theil nun gerade herabhängt und die Wurzelasern trägt, deren unterer hingegen einen Kreisbogen nach aussen beschreibt, so dass die jüngsten Receptacula in der Nähe der alten zu sitzen und sämtliche auf den ersten Anblick unregelmässig geknäuelt erscheinen. Das oberste Receptaculum (in Bezug auf die Lage der Pflanze, eigentlich das unterste) steht allein, in einiger Entfernung von den übrigen und enthält Ovula, alle andere aber Antheren. Unter den letzten Blattpaaren, sowie an den kürzeren Seitentrieben enthalten alle, selbst das, welches die bestimmte Stellung des gewöhnlich Ovula enthaltenden einnimmt, Antheren. Häufig spaltet sich der gemeinschaftliche Stiel der Receptacula gleich unter den Wurzelasern in 2, selten in 3 Zweige, und alsdann enthält normal an jedem Zweig das oberste Receptaculum Ovula. Auf diese Fälle ist aber das Vorkommen mehrerer Ovula enthaltenden Receptacula unter einem Blattpaar beschränkt. Da, wie bereits erwähnt, die Enden der Seitenaxen, der gemeinschaftliche Stiel der Receptacula, nach zwei verschiedenen Richtungen stehen und sämtliche Stiele nach aussen gebogen sind, so sehen die ältesten Receptacula, also die, welche Ovula enthalten, gegen einander, sind nach innen gegen den Stengel gerichtet, die jüngsten hingegen nach aussen.

Bei *Pil.* und *Mars.* wird die erste Seitenaxe zum Stengel der Pflanze; an diesem alterniren die Blätter ebenso, wie wir bereits bei den ersten beschrieben, die Internodien verlängern sich mehr oder weniger, je nach dem feuchten oder trocknen Standort der Pflanze, und unter jedem Blatt entwickelt sich eine Knospe, die früher oder später einen Ast entwickelt, der sich dann gerade so verhält wie der Stengel. Die Aeste gehen bei *Pil.* unter einem mehr spitzigen Winkel vom Hauptstengel ab, und das erste Blatt derselben, das oft sehr nahe an dem Stengel entspringt, steht an der Seite des

Asts, die den spitzen Winkel bildet. An den Endtrieben und den Seitenknospen, die immer dicht mit feinen Haaren besetzt sind, ist gleichzeitig mit der Entstehung des Blatts auch schon die Seitenknospe desselben sichtbar. Die Blätter sind nach innen gegen den Stengel eingerollt und unter jedem Blatt geht bei *Pil.* eine Nebenwurzel ab, die nur wenig und nur selten verzweigt ist. Bei *Mars.* kommen auch in den Internodien Nebenwurzeln vor, die sämmtlich stark verästelt sind. Bei *Pil.* stehen die Receptacula einzeln auf einem kurzen Stiel in der Achsel des Blatts mit dem Stengel, und die Seitenknospe unter diesen Blättern entwickelt sich meist nicht. Die Receptacula von *Mars.* kommen der Zahl nach von 1-3 vor und sind von schlanken, etwas gebogenen Stielen getragen, die aus dem Blattstiel hervortreten. Entweder findet sich ein gemeinschaftlicher Stiel, der sich in 2 oder 3 Zweige spaltet, oder es spaltet sich dieser in 2 Zweige und der eine von diesen abermals, oder es finden sich 2 Stiele, von denen jeder ein Receptaculum, oder der eine 1, der andere 2 trägt.

Der Stengel der *Rhizocarpeen* besteht im Allgemeinen aus einem centralen Gefässbündel, das von einer von Luftkanälen durchzogenen Parenchymmasse umgeben ist. Das Gefässbündel hat eine runde Gestalt, schliesst eine grössere oder kleinere Parthie braunwandiger Parenchymzellen ein und ist von der äusseren Parenchymmasse durch einen braunen Ring abgegrenzt, der durch die braune Farbe der aneinanderstossenden Wände der äussersten Zellen des Gefässbündels und der innersten der Parenchymlage bedingt ist. Die Gefässe sind durch gestreckte, dünnwandige, horizontal oder etwas schräg übereinanderstehende Zellen, die sie von innen und aussen umgeben, in ein Bündel vereinigt. Diese Zellen haben einen grünlichen, körnigen Inhalt.

Bei *Mars.* und *Pil.* stehen die Gefässe in einem Kreis, und im Centrum desselben steht bei *Mars.* ein Bündel braunwandiger, amylnhaltiger Parenchymzellen, welche beinahe die Breite der äussern Parenchymzellen haben. Bei *Pil.* sind diese centralen braunen Zellen mehr gestreckt, enthalten weniger Amylum und bilden nur einen feinen Streifen. Bei *Salv.* stehen die Gefässe nicht in einem Kreis, sondern sind zerstreut in dem Gefässbündel; die grössten stehen neben dem Centrum des Stengels, das nur von einem äusserst feinem Streifen braunwandiger, gestreckter Zellen durchzogen wird.

Die Gefässe selbst sind von sehr verschiedenem Durchmesser. Bei *Mars.* sind die grössten Treppengänge, deren Wandungen je nach der Verschiedenheit der benachbarten Theile mit grösseren oder kleineren Spalten besetzt erscheinen; auf dem Querschnitt sind sie eckig. Die kleineren sind von derselben Beschaffenheit. — Bei *Pil.* halten die grossen Gefässe die Mitte zwischen den ächten Spiral- und den netzartigen Gefässen, indem die abgerollten Windungen derselben ein meist aus 4, zum Theil verwachsenen Fasern bestehendes Band darstellen, so dass diese Bänder von parallel stehenden Spalten durchbrochen erscheinen. Häufig wechselt die Zahl der verwachsenen Fasern (von 2 bis 8) an den Windungen desselben Bandes. Die kleineren Gefässe sind abrollbare Spiralgefässe, die von 1 oder mehreren Spiralfasern durchzogen sind. Endlich kommen noch überaus feine Ringgefässe vor, zwischen deren Ringen meist kurze Stücke von Spiralwindungen liegen. — Bei *Salv.* sind sämmtliche Gefässe äusserst feine Spiralgefässe, die man nur selten und immer nur in kurzen Stücken abgerollt sieht. Um die Gefässe finden sich bei allen 3 Gattungen, am deutlichsten bei *Mars.*, sehr lang gestreckte, dünn-

wandige Zellen, die aus einer ununterbrochenen Röhre bestehen und Gefässe zu sein scheinen, denen aber die sekundären Ablagerungsschichten fehlen; sie haben keinen Inhalt.

Bei *Mars.* und *Pil.* besteht die Parenchymmasse, die das Gefässbündel umgiebt, aus cylindrischen, braunwandigen Zellen, die grosse Intercellulargänge zwischen sich lassen und bei *Mars.* in 10-12, bei *Pil.* in 3-5 Reihen angeordnet sind. Sie enthalten Amylumkörner, die mehr oder weniger von Chlorophyll überzogen sind; an alten Stengeln werden sie, die äussersten zuerst, durch concentrische von Tüpfelkanälen durchbrochenen Verdickungsschichten verdickt und liegen alsdann dicht aneinander. Durch Luftkanäle ist diese Parenchymmasse von der äusseren, die nur aus der Epidermis und einer Parenchymlage besteht, getrennt, und durch die senkrechten Scheidewände der Luftkanäle, die die ganze Pflanze durchziehen, stehen sie mit einander in Verbindung. Diese Scheidewände bestehen aus einer Lage gestreckter, plattgedrückter, chlorophyllhaltiger Zellen, die der Länge nach aneinander liegen und deren Wandungen mit Ausnahme von denen, die an die innere und äussere Zellenmasse stossen, Ausschnitte haben, die an den aneinanderliegenden Wänden correspondiren, so dass Intercellulargänge⁽¹⁾ von bedeutendem Durchmesser entstehen und die Zellen selbst sternförmig, ihre Wandungen mit kurzen Strahlen versehen zu sein scheinen. Die Querscheidewände der Luftkanäle haben dieselbe Beschaffenheit, nur sind ihre Zellen nicht so regelmässig. Sie verschwinden an alten Stengeln. Bei *Mars.* finden sich ungefähr 30, bei *Pil.* constant 20 Luftkanäle. Die Epidermis besteht aus gestreckten, chlorophyllosen Zellen, die schmäler sind, als die darunterliegende Parenchymschichte (an den Stellen, wo die Scheidewände sich ansetzen, besteht letztere aus mehreren Zellenlagen) und entweder gerade übereinander stehen oder mit spitzen Enden aneinanderliegen. Die Zellen der Epidermis, die früher Haare trugen, sind kleiner, von brauner Farbe und in der Mitte heller. Sie finden sich bei *Mars.* in grösserer Menge als bei *Pil.*; letztere hingegen hat Spaltöffnungen, die ersterer abgehen. — Bei *Salv.* ist die Parenchymmasse um das Gefässbündel sehr reducirt, indem dieses nur von einer von 16-20 Zellen gebildeten Lage umgeben ist, und ebenso der äussere Theil und die Scheidewände zwischen den 8 Luftkanälen von einer Zellschichte gebildet werden. Die Zellen dieser Scheidewände liegen dicht aneinander, ihre Wandungen sind zuweilen etwas geschlängelt. Sämmtliche Zellen enthalten Amylumkörner, die mehr oder weniger von Chlorophyll überzogen sind. Die Zellen der äussern Schichte, die Epidermis, sind von derselben Beschaffenheit, einige von ihnen sind nicht so gestreckt, sondern breiter und tragen Haare.

Die Aeste stimmen ganz mit dem Bau der Stengel überein.

Die Verhältnisse des Bau's der Rhizocarpeen zu dem der übrigen Gewächse hat bereits *Mohl* ⁽²⁾ festgestellt, indem er in *Pilularia*, *Marsilea*, *Psilotum triquetrum*, wo das centrale Gefässbündel eine Parthie Parenchymzellen einschliesst, den Uebergang von dem centralen Gefässbündel, von *Lycopodium*, *Hymenophyllum*, *Trichomanes* zum gewöhnlichen Bau der krautartigen Farne findet. Dessgleichen dehnt er die *vegetatio terminalis* auf sie aus. — Indem ich der Kürze halber auf *Mohl's* Abhandlung verweise,

⁽¹⁾ Schleiden, Grundz. Ed. II. p. 256. Fig. 45.

⁽²⁾ Vergl. De struct. caud. fil. arbor. 1855 §. 50. 51. p. 16 et sq.

bemerke ich nur, dass die Verschiedenartigkeit der Gefässe des Stengels der Rhizocarpeen weder bei den Lycopodien noch Farnen vorkommt ⁽¹⁾.

Dem centralen Gefässbündel des Blattstiels von *Mars.*, dessen Gefässe von dem äussersten Theil des Gefässbündels des Stengels abgehen, fehlen die centralen braunen Parenchymzellen. Gegen den Insertionspunkt der Stiele der Receptacula erhält es eine plattgedrückte Gestalt und spaltet sich allmählig in zwei Parthieen, von denen die eine, die die grossen Gefässe enthält, sich in dem Centrum des Blattstiels fortsetzt, die andere kleinere hingegen, in den Stiel der Receptacula tritt. In der Mitte des Gefässbündels des Blattstiels stehen zwei grosse eckige Treppengänge, deren Wandungen je nach den benachbarten Theilen mit verschiedengrossen Spalten versehen sind. Die kleineren Gefässe sind zum Theil Treppengänge, zum Theil Uebergänge von Spiral zu netzförmigen Gefässen, zum Theil reine Spiralgefässe. Das Gefässbündel ist meist von 5 Schichten Parenchymzellen umgeben; die Luftkanäle, deren Scheidewände sich wie im Stengel verhalten, sind in geringerer Zahl, meist zu 12 vorhanden. Die Epidermis verhält sich ebenfalls wie die des Stengels. Sitzen die Receptacula auf zwei Hauptstielen, so spaltet sich der von dem Hauptbündel abgehende Zweig innerhalb des Parenchyms des Blattstiels abermals in zwei Zweige. Werden sie zu zwei oder drei von einem gemeinschaftlichen Stiel getragen, so ist das Gefässbündel desselben plattgedrückt, erhält zuerst so viele Einschnürungen, als der Stiel Receptacula trägt und trennt sich endlich in eben so viele Zweige. Die Parenchymzellen um das Gefässbündel dieser Stiele werden durch concentrische, von Tüpfelkanälen durchbrochene Verdickungsschichten verdickt, und erhalten eine gelblich rothe Farbe. Die Luftkanäle an den Stielen sind sehr klein. Die Verdickung der Parenchymzellen setzt sich von oben nach abwärts in den Blattstiel fort, und zwar zunächst auf die Zellenparthie, die gegen die Austrittsstelle des Gefässbündels gerichtet ist, so dass man auf Querschnitten oft nur die eine Hälfte des Parenchyms verdickt und die andere noch im gewöhnlichem Zustand findet. Die Stiele sind fest mit dem Receptaculum verwachsen, und erstrecken sich an der hinteren Seite desselben bis unter die Höckerchen; will man die Receptacula entfernen, so bleibt der Theil derselben von der untern Anheftung des Stiels bis über das untere Höckerchen (an der Eintrittsstelle des Gefässbündels in das Receptaculum, wo sich aber kein Articulation findet) mit dem Stiel verbunden.

Noch während der Blattstiel eingerollt ist, entwickeln sich am Ende desselben zwei Paare gegenständiger Blätter, die mit ihren Flächen bei ihrer Entstehung aufeinander liegen. Die beiden obern liegen innen und erreichen zuerst ihre Ausbildung, die beiden untern liegen aussen. Nachts legen sich die entfalteten Blättchen paarweise zusammen.⁽²⁾

Das ausgebildete Blatt von *Mars.* besteht 1.) aus der obern Epidermis, welche von plattgedrückten in Reihen angeordneten Zellen, deren Wandungen nur unbedeutend geschlängelt sind, gebildet wird. Sie hat zahlreiche Spaltöffnungen. Sie ist schwer abziehbar, da die unter ihr liegende Zellenlage 2.) des Parenchyms fest mit ihr verbunden

⁽¹⁾ Bei den Lycopodien kommen ausser den Treppengängen enggewundene Spiralgefässe vor. (*Schleiden* l. c. p. 243); *Isoëtes* hat Ring und Spiralgefässe (*Brogn.* hist. d. veg. foss. Vol. II. p. 26.)

⁽²⁾ *Bory de Saint Vincent* beobachtete den Schlaf der Blätter an *Mars. Fabri*, *Ad. Brogniart* an *M. quadrifolia*. *Annal. des scienc. nat.* 1858. X. p. 378.

ist. Diese Lage besteht aus cylindrischen, dicht aneinander liegenden, chlorophyllhaltigen Zellen und nimmt ungefähr den dritten Theil des ganzen Blattparenchyms ein. Auf diese folgen einige Lagen runder oder eckiger Parenchymzellen, die nach unten nur locker vereinigt sind. Die unterste Lage endlich ist von sechseckigen Luftkanälen durchzogen, die mit ihrem einen Ende mit der untern Epidermis in Berührung stehen. Sämmtliche enthalten sehr viel Chlorophyll.

3.) Die untere Epidermis, deren Zellen geschlängelte Wandungen haben und nicht in Reihen angeordnet sind, besitzt nur wenige Spaltöffnungen und kann leicht abgezogen werden.

Die Gefässe strahlen von der Basis nach der Peripherie des Blatts fächerartig aus, anastomosiren oft und liegen in der mittleren Parenchymlage. Sie bestehen aus Spiralgefässen.

In dem Blatt von *Pilularia* haben die Gefässe diesselbe Beschaffenheit wie im Stengel. Sie stehen nicht mehr in einem Kreis, sondern zerstreut, die grösseren mehr nach aussen, die kleineren mehr nach innen. Die braunen centralen Zellen fehlen ebenfalls. Die Parenchymmasse um das Gefässbündel besteht aus einer Zellenlage; die Scheidewände der Luftkanäle, deren sich constant 10 finden, haben denselben Bau wie im Stengel und die Epidermis besitzt Spaltöffnungen. Der Stiel des Receptaculums hat denselben Bau wie der Stengel, nur dass constant seine Parenchymzellen verdickt werden.

Bei *Salvinia* besteht die Epidermis der obern Blattfläche aus plattgedrückten, chlorophyllhaltigen, eckigen Zellen, die an einzelnen Stellen sich erheben und die in Reihen angeordneten, wie Warzen aussehenden Hervorragungen bilden. Die obersten Zellen dieser Warzen tragen Haare, die sich durch das Mangeln der braunen Spitze von allen übrigen dieser Pflanze auszeichnen. Zwischen den Epidermiszellen finden sich Inter-cellulargänge, Spaltöffnungen auf der niedersten Stufe, denen die halbmondförmigen Zellen fehlen, nach *Schleiden*, der sie zuerst beschrieb⁽¹⁾. Ausser dieser einfachsten Form kommen noch andere vor, die mir etwas complicirter zu sein scheinen. Man sieht nämlich meist, dass der Inter-cellulargang nicht den ganzen Raum zwischen den Epidermiszellen ausfüllt (Taf. II. 23 b), sondern man kann zwischen diesen und dem Inter-cellulargang eine Masse unterscheiden, die durch eine scharfe Contour von dem Inter-cellulargang aus in zwei Theile getheilt ist, oder man kann nur an der einen Seite eine Contour unterscheiden (Taf. II. 23 a) und der Inter-cellulargang stösst an der andern Seite dicht an die Epidermiszellen, so dass ich beinahe vermuthen möchte, dass zwei kleine Spaltöffnungszellen (deren äussere Wand ich zwar nie erkennen konnte) hier vorhanden sind⁽²⁾. Die Zellen der Epidermis der untern Blattfläche sind plattgedrückt, haben geschlängelte Wandungen, enthalten wenig Chlorophyll und liegen dicht aneinander. Einige von ihnen sind mehr rund und tragen Haare. Das Parenchym des Blatts besteht nur aus solchen plattgedrückten, mit geschlängelten Wandungen versehenen Zellen, die sich in einer horizontalen Schichte zwischen der oberen und unteren Epidermis hinziehen und mit diesen nur durch kürzere senkrechte Wände von derselben Beschaffenheit in Verbin-

⁽¹⁾ L. c. Ed. II. p. 261. Fig. 73.

⁽²⁾ Beiläufig bemerkt, kommen reine Inter-cellulargänge als Spaltöffnungen auf der Epidermis von *Riccia natans* vor, in der Regel eine in der Mitte eines jeden Theils derselben, der sich über einer Lufthöhle findet. — Bei *Anthoceros* finden sich an dem Sporangium Spaltöffnungen, von zwei halbmondförmigen Zellen gebildet.

dung stehen. Diese senkrechten Wände sind so gestellt, dass sie seckseckige Luftkanäle umschliessen, so dass also das ganze Blatt von zwei übereinander liegenden Lagen dieser Luftkanäle durchzogen wird; nur unter den warzenartigen Erhöhungen der obern Epidermis findet sich noch ein dritter. Die senkrechten Wandungen der übereinanderstehenden Luftkanäle (die der obern Schichte sind kleiner) alterniren und schimmern durch die Epidermis durch, so dass das Blatt, mit blossen Auge betrachtet, wie von einem grosszelligen Parenchym durchzogen erscheint. *Schleiden* hat zuerst diesen merkwürdigen Bau des Blatts richtig beschrieben. Die Gefässe verlaufen in der mittleren Zellschichte; die Hauptnerv giebt in seinem Verlauf nach der Spitze des Blatts nach beiden Seiten der Peripherie Zweige ab, die untereinander anastomosiren und aus diesen Anastomosen ebenfalls Zweige nach der Peripherie senden. In dem Hauptnerven fand ich zwei äusserst feine Spiralgefässe, in den Seitennerven dagegen konnte ich sie nicht mehr erkennen.

In den Nebenwurzeln von *Mars.* wird das feine centrale Gefässbündel, in dessen Mitte 4 grössere Gefässe stehen, von einer bedeutenden Parenchymmasse umgeben. Die Luftkanäle finden sich zahlreicher als im Blattstiel, aber nicht so zahlreich als im Stengel. Die Scheidewände haben denselben Bau wie im Stengel. Häufig sterben die innern Parenchymlagen ab und das Gefässbündel wird frei.

Die Nebenwurzeln von *Pil.* haben denselben Bau, wie der Blattstiel. Die 12 Luftkanäle, die sie durchziehen, haben eine regelmässige Anordnung, indem immer ein dreieckiger mit einem viereckigen abwechselt. Dieses entsteht dadurch, dass die Scheidewände paarweise von einer Zelle der Parenchymlage abgehen. Letztere besteht aus einer Lage von 12 Zellen, die das Gefässbündel unmittelbar umgeben, und aus sechs andern Zellen, die in bestimmter Entfernung von einander stehen, und an welchen jene Scheidewände befestigt sind, so dass die Luftkanäle, die zwischen diesen beiden von einer Zelle abgehenden Scheidewänden entstehen, eine dreieckige, und die mit diesen alternirenden eine viereckige Gestalt haben.

Bei *Salvinia* haben die Wurzelasern ein feines centrales Bündel, indem nur sehr schwierig die feinen Gefässe zu erkennen sind. Sie theilen ganz den Bau des Stengels; die Luftkanäle sind nur äusserst klein.

In der ersten Anlage erschienen sämmtliche Wurzelasern in zwei Parthieen verwachsen zu sein; haben sie sich getrennt, so stellt jede eine längliche zugespitzte Hervorragung dar, die aus mehreren Zellenreihen besteht, die eine bestimmte Anordnung haben. In der Endzelle der Wurzelaser schreitet die Zellenbildung weiter, und in den hier entstandenen Zellen entstehen nun nach bestimmtem Gesetz neue. Die ältesten dehnen sich dann zuerst aus, so dass also die Wurzelasern wie eine Axe sich entwickeln. (Es ist mir bis jetzt nur gelungen, die Anordnung der oberflächlich gelegenen Zellen zu erkennen und ich werde, sobald als ich Gelegenheit habe, diese Untersuchungen wieder aufnehmen und mit den nöthigen Abbildungen nachtragen). Ein Theil der äussersten Zellen dehnt sich in der Folge zu Haaren aus, welche mit denen der äussern Membran des Receptaculums, der untern Blattfläche und des Stengels übereinstimmen, wesshalb alles, was hier gesagt wird, auch von diesen gilt. Durch das Mangeln der braunen Endzelle unterscheiden sich die Haare auf der obern Fläche der Blätter; sonst stimmen sie auch mit diesen überein.

Die Entstehung der Haare erfolgt so, dass ein Theil der äussern freien Membran

dieser Zellen sich ausdehnt und in dem ausgedehnten Theil derselben Kerne auftreten und um diese neue Zellen entstehen; diese nehmen zuerst den untersten Theil der Ausdehnung der Mutterzelle ein und lassen das Ende derselben frei; in diesem liegt dann noch ein Kern (Taf. II. 49 b), um den dann, gleichzeitig mit der weiteren Verlängerung der Mutterzelle, eine Zelle entsteht und so fort. Die Querwände der übereinanderliegenden Zellen können nicht mehr unterschieden werden, die Kerne sind noch lange kenntlich und sind meist durch chlorophyllhaltige Schleimmassen an die Seite der Zellenmembran befestigt (Taf. II. 49). Die Endzelle nimmt allmählig eine spitze Gestalt an und wird von oben nach abwärts gebräunt, so dass das ausgebildete Haar eine braune Spitze trägt. So leicht als man denken sollte, dass die Entwicklung dieser Haare zu verfolgen sei, so schwierig ist es in der That; namentlich bin ich über das spätere Verhalten der ersten ausgedehnten Zelle zu den neu entstandenen zweifelhaft geblieben. Sicher ist aber, dass immer in der Spitze des Haars die neuen Zellen entstehen, also dass die Zellenbildung von unten nach oben weiter schreitet und dass, nachdem die sämtlichen Zellen entstanden sind, diese in umgekehrter Ordnung, also die Endzelle zuerst, ihre Ausdehnung erreichen, und zwar so, dass die obersten bereits ihr Wachsthum vollendet haben, während die untersten noch ihre Grösse, die sie gleich nach ihrer Entstehung hatten, besitzen. In den ausgedehnten Zellen ist der Primordialschlauch meist schon ohne Anwendung von Reagentien zu erkennen; mit Hülfe derselben löst er sich von der ganzen Zellenmembran los. Innerhalb dieser Zellen finden sich Chlorophyllkörner, deren Entstehung innerhalb von Bläschen sich hier überaus leicht verfolgen lässt.

Fasst man gerade die Zellen ins Auge, die im Begriff sind, ihre Ausdehnung zu erfahren, so sieht man in ihrem Inhalt, ausser feinen Körnchen (Taf. II. 42) wasserhelle Bläschen von sehr verschiedener Grösse, die eine äusserst zarte Membran haben. In den kleinsten (Taf. II. 43 a) kann man keinen Inhalt erkennen; in den etwas grösseren sieht man feine Körnchen, und mit ihrem weiteren Wachsthum entstehen Chlorophyllkörner in ihnen, die immer der Membran anzusetzen scheinen. Zuerst tritt nur ein Chlorophyllkorn in denselben auf, (Taf. II. 43 c) mit dem weiteren Wachsthum mehrere (Taf. II. 43. d-h), und die grössten, die beinahe die Breite der Zelle des Haars einnehmen, enthalten zahlreiche Chlorophyllkörner. Ausser ihnen kommen noch zahlreiche kleinere Körnchen in diesen Bläschen vor (Taf. II. 43 e. f. g). Diese Bläschen sind äusserst zart und durchsichtig; nach Zusatz von Jodtinktur tritt ihre Membran deutlicher hervor und wird, wie es scheint, gelblich, die Chlorophyllkörner intensiv braun gefärbt. Es ist mir nie gelungen, diese Bläschen aus der Zelle zu entfernen. — Auf welche Weise die Chlorophyllkörner selbst entstehen, konnte ich nicht verfolgen; es ist also nur gewiss, dass sie in den Haaren von *Salvinia* (auch in denen der obern Blattfläche habe ich diese Bläschen beobachtet) nicht frei in dem Zelleninhalt, sondern einzeln oder zu mehreren innerhalb von Bläschen des Zelleninhalts, die eines Wachsthums fähig sind, entstehen. Diese Bläschen des Zelleninhalts, in denen die Chlorophyllkörner entstehen, müssen wegen ihrer Entstehung durch Ausdehnung und Wachsthum von kleinen, wie uns scheint, amorphen Körnchen ⁽¹⁾, scharf von den ge-

(¹) Karsten, *de cella vitali*, Berlin., nimmt an, dass alle Zellen durch Ausdehnung der amorphen Körnchen des

wöhnlichen Zellen, oder wenn man sie als Zellen betrachten will, als eine eigne Art von Zellen unterschieden werden. Da ich keinen neuen Namen ⁽¹⁾ machen wollte, habe ich sie einstweilen nur Bläschen genannt. In der Folge lösen sich diese Bläschen auf und die Chlorophyllkörner werden frei und sind nun meist an dem Primordialschlauch befestigt. Sie haben eine runde Gestalt und scheinen durch feine Fäden, die sich wie verdickte Stellen des Primordialschlauchs ausnehmen, mit einander verbunden zu sein. Die Chlorophyllkörner werden dann in der Richtung dieser Fäden länger (Taf. II. 44 a), erhalten in der Mitte eine Einschnürung (Taf. II. 44 b) und scheinen oft völlig abgeschnürt zu werden, bleiben aber immer dicht aneinander liegen. Andere werden noch länger gestreckt und erhalten 2-3 Einschnürungen (Taf. II. 44 c). Aus dieser Ausdehnung der Chlorophyllkörner könnte man etwa vermuthen, dass diese Fäden von Strömungen herrührten; doch konnte ich sie nie wahrnehmen. — An demselben Haar findet man zuweilen in den obersten Zellen die Chlorophyllkörner gestreckt, in den mittelsten die Entstehung derselben innerhalb von Bläschen, und die untersten Zellen noch unverändert.

Ausnahmsweise findet sich in diesen zarten Bläschen ein grösseres, scharfer umgrenztes Chlorophyllkorn, entweder unter den übrigen (T. II. 43 g) oder allein in demselben (T. II. 45 a), welche dann ebenfalls frei werden (T. II. 45 b). Endlich sieht man diese grossen Chlorophyllkörner von fein granulirter Beschaffenheit (T. II. 46) innerhalb des Bläschens, oder noch grössere scharf umgrenzte Massen von schmutzig grüner Farbe, in welchen zahlreiche Chlorophyllkörner liegen (T. II. 47), wo es mir beinahe scheint, als ob die Bläschen sich ganz mit Chlorophyll gefüllt hätten. Sie lösen sich später auf und verlieren ihre scharfe Umgrenzung.

Endlich finden sich noch Bläschen, die einen äussern scharfen und einen innern zarten Rand haben, und entweder leer sind oder einige Chlorophyllkörner enthalten (T. II. 48 a b c). Sie finden sich zahlreich in ausgebildeten, selbst schon dem Absterben nahen Zellen.

Ausser diesen Haaren kommen an jungen Wurzelasern noch andere (T. II. 37, 38, 40, 41) vor, die durch das Mangeln der braunen Spitze, dadurch, dass sie etwas schmaler sind, hauptsächlich aber durch ihren Inhalt, von den eben beschriebenen sich unterscheiden. In Betreff des Inhalts stimmen einige Haare an der Basis der Receptacula mit ihnen überein (T. II. 34-36, 39), welche meist nur aus einigen kurzen Zellen bestehen, denen aber ebenfalls die braune Spitze fehlt. ⁽²⁾ Ihre Entstehung scheint mit der der gewöhnlichen Haare übereinzustimmen. Häufig sieht man wandständige Kerne in ihnen (T. II. 34) und an denen der Wurzelasern dehnen sich die obersten Zellen zuerst

Bildungsstoffs (der organischen Materie) entstehen, (p. 16) und verwirft ganz die Entstehung der Zellen um Kerne. Seine Angaben über das Chlorophyll beschränken sich darauf, dass er die Chlorophyllkörner als Bläschen betrachtet (p. 50). Dass ich der allgemeinen Gültigkeit seiner Ansicht nicht beistimme, wenn auch durch diese Beobachtungen seine Ansicht bestätigt wird, geht aus dem obigen hinlänglich hervor.

⁽¹⁾ *Naegeli* hat unter seinen zahlreichen Beobachtungen zwei über die Entstehung des Chlorophylls mitgetheilt. Die eine (*Schleid. u. Naeg. Zeitsch. f. wissensch. Bot. Heft. I. p. 40*) betrifft die Kerne von *Cystoseira*, die hohl wurden und in welchen alsdann Chlorophyllkörner entstanden.

Die andere (l. c. p. 150) in den Blättern von *Caulerpa* scheint mit den meinigen übereinzustimmen. *Naegeli* nennt diese Bläschen Schleimzellchen, doch giebt er keine Definition von ihnen.

⁽²⁾ Vielleicht die Antheren *Hedwig's*?

aus. Der Inhalt der ältesten Zellen dieser Haare, die also noch die kürzesten sind, besteht aus feinen Körnchen (T. 37, 38 a), die sich wie Punkte ausnehmen. In den an sie stossenden Zellen zeigen diese Körnchen einen Durchmesser u. stellen (T. II. 37 b) wasserhelle, kugelfunde, von einem scharfen schwarzen Rand umgebene Bläschen dar und füllen diese Zellen dicht aus; in den obersten Zellen, die ihre Ausdehnung schon vollendet haben, werden sie immer grösser (T. II. 37 c, 35), behalten aber immer ihre runde Gestalt und ihre scharfen Ränder; in der Folge wird ein Theil von ihnen resorbiert und einige von ihnen erhalten eine bedeutendere Grösse (T. II. 36) und endlich füllen nur einige (T. II. 41) oder nur 1 grösseres Bläschen diese Zellen aus (T. II. 39). Wir sehen hier also abermals eine Ausdehnung von Körnchen zu Bläschen, wie bei denen, in welchen die Chlorophyllkörner entstanden, stattfinden. Doch konnte ich die Bläschen nie in den gewöhnlichen Haaren wahrnehmen, und ausserdem sind sie leicht, sowohl durch ihre Zahl, da sie immer die Zellen dicht ausfüllen, als auch durch die Schärfe ihrer Contour von den Bläschen, in denen die Chlorophyllkörner entstehen, zu unterscheiden. An den ausgebildeten Wurzelasern sind diese Haare bedeutend seltner, und ihre Zellen enthalten nur noch wenige grosse Bläschen; an den Receptaculis findet man sie beinahe immer. Durch Jodtinktur werden diese Bläschen nicht gefärbt, und bei Behandlung mit Salpetersäure nehmen die grössten eine röthliche Farbe an.

Ein anderer Punkt, der diese Bläschen merkwürdig macht, ist der, dass sie sich lebhaft bewegen, ganz nach der Art der Moleküle, nur mit dem Unterschied, dass ihre Bewegung nach Einwirkung von Jodtinktur in kürzerer oder längerer Zeit (1 Minute) stillsteht, während man an andern feinen Theilen, die ausserhalb der Zelle liegen, z. B. an Körnern in der Jodtinktur die Molekularbewegung fortdauern sieht. Die Bewegung ist keine Rotation, keine Strömung, und ich kann sie nicht anders als eine lebhafteste Molekularbewegung betrachten. Ob sie durch Verdickung des flüssigen Zelleninhalts nach Einwirkung von Jodtinktur zur Ruhe gebracht wird, lasse ich unentschieden. Die grösseren Bläschen liegen immer ruhig.

Einige weitere Beobachtungen, wenn sie auch zum Theil nur vereinzelt gemacht wurden, dürften ferner hier zu erwähnen sein. Oft sieht man nämlich die Bläschen einer Zelle (Taf. II. 37 c) in zwei Parthieen getheilt, und beide Parthieen durch einen leeren Zwischenraum von einander getrennt; oder jede Parthie derselben ist von einer besondern Membran umgeben (T. II. 38 b), oder, wie seltner, die Bläschen sind verschwunden, und man sieht nur diese Membranen (T. II. 40) und zwar 2 derselben entweder allein die ganze Zelle erfüllen (T. II. 40 b) oder durch Kerne getrennt (T. II. 40 a); oder man sieht innerhalb einer Zelle nur eine solche Membran und einen Kern daneben (T. II. 40 c). Ob diese Membranen um einzelne Kerne oder um die Parthieen der Bläschen entstehen, lasse ich unentschieden, bezweifle aber sehr, dass es normale Vorgänge sind.

Ausnahmsweise trifft man an der Spitze einzelner Wurzelasern Receptacula an (ich sah sie bis zu 3), ein Beweis, dass die Wurzelasern als Zweige der Hauptaxe zu betrachten sind, die den gemeinschaftlichen Stiel der Receptacula bildet. Ferner habe ich noch einer Misbildung der Receptacula zu erwähnen, die darin bestand, dass sich nur die Membran des Receptaculums entwickelt hatte und das Mittelsäulchen und die Fortpflanzungsorgane völlig fehlten. Das Receptaculum hatte in diesen Fällen eine platt-

gedrückte, rhombische, in die Länge gezogene Gestalt; meist standen zwei solcher beisammen.

Schliesslich möge es erlaubt sein, noch einige Bemerkungen über die morphologische Bedeutung des Receptaculums der *Rhizocarpeen* mitzutheilen. Ich bemerke zuvor, dass meine Untersuchungen über die Entwicklung dieses Theils nicht genügend sind, um das Kriterium⁽¹⁾ der verschiedenen Entwicklung von Blatt und Axe in Anwendung zu bringen, dass daher nur mit mehr oder weniger Wahrscheinlichkeit eine Vermuthung geäussert werden kann und dass passende Analoga bei andern Pflanzen nichts weniger als leicht zu finden sind, so dass ich mich auch von diesem in der Morphologie so wichtigen Hilfsmittel verlassen sehe.

Bei *Salv.* nimmt die erste zellige Hervorragung des Receptaculums immer das Ende der Axe ein, und ich glaube, dass es der Axe angehörig betrachtet werden muss. In der Folge wird diese Hervorragung von einer von der Basis aus sich erhebenden Membran rings umgeben und endlich umschlossen, und in den centralen Theil der ersten Hervorragung, das Mittelsäulchen, treten die Gefässe aus der Axe ein. Die einzige übereinstimmende Entwicklung, die ich kenne, bietet hier das Ovulum der Phanerogamen dar; der *nucleus* entsteht hier zuerst, constant als Ende einer Axe nach *Schleiden* zu betrachten, und wird später von einem Integument umgeben. Es liesse sich hier also die erste zellige Hervorragung des Receptaculums mit dem *nucleus* des phanerogamen Ovulums und die äussere Membran des Receptaculums mit der Eiintegumente vergleichen; doch sind die weiteren Veränderungen in beiden Theilen von solcher Verschiedenheit, dass mir jede Durchführung einer weiteren Vergleichung zu scheitern scheint.

Bei *Mars.* sahen wir an dem Blattstiel das junge Receptaculum als eine parenchymatöse Masse entstehen und in der Folge von einem langen Stiel getragen hervortreten. Dass dieser nicht als blattachselständig und mit dem Blattstiel verwachsen betrachtet werden kann, geht aus der Entwicklungsgeschichte hervor, indem das Gefässbündel im Verlauf durch den Blattstiel einen Zweig an ihn abgibt, also durchaus keine Verwachsung zweier Theile, sondern Trennung eines einzigen stattfindet; dass die Receptacula nicht aus 2 verwachsenen Blättern entstehen, dass es kein in sich geschlossenes Blatt ist, lehrt ebenfalls die Entwicklungsgeschichte, und ich halte es daher am wahrscheinlichsten, dass das Receptaculum von *Marsilea* als ein modificirtes Blatt, in dessen Innern die weiteren Veränderungen vor sich gehen, zu betrachten ist. (Bei *Pilularia* fehlen alle Beobachtungen über die Entwicklung des Receptaculums, das hier von einem

(¹) Ich kann mich hier der Bemerkung nicht enthalten, dass jenes Kriterium entweder in seiner allgemeinen Gültigkeit nicht anerkannt werden kann, oder dass in der Morphologie viele Veränderungen vorgenommen werden müssen. Ich erinnere nur an *Griesbach's* Untersuchungen über das Wachsthum den Blattstiels, (*Wiegmann's Arch.* 1844. X. Heft II.) wonach dieser Theil wie eine Axe sich entwickelt; ich erinnere ferner an *Münter's* Messungen (*Bot. Zeit.* 1845 p. 88.), wonach bei *Aspidium molle* der Stiel und die Mittelrippe des Wedels wie Axen, die Pinnen wie Blätter wachsen, man also wieder annehmen müsste, dass Blatt und Axe im Wedel der Farne verbunden seien; und endlich an *Nägeli's* Beobachtungen über das Wachsthum des Blatts der Laubmoose (*Zeitsch. f. wissensch. Bot.* Heft II. p. 185), das sich wie eine Axe entwickelt, und dessen Zellen sich dann von der Spitze nach abwärts ausdehnen und an der Spitze zuerst ihre Ausbildung erreichen. Letzterer Punkt wird durch eine Bemerkung von mir, dass in den Zellen an der Spitze des Blatts von *Sphagnum* sich zuerst die Spiralfasern entwickeln, auf's unzweideutigste erwiesen.

Ast getragen zu werden scheint.) Zu den Veränderungen innerhalb des Receptaculums von *Mars.*, der Entstehung der verschiedenen Theile aus dem anfangs vollkommen gleichen Parenchym, wie der derben äusseren Haut, des gelatinösen Wulstes, der Indusien, deren äusserer Theil zuerst entsteht und deren Basis gleichsam eingeschlagen eine Leiste darstellt, an der Ovula und Antheren sitzen (bei *Salv.* müsste man die innere Membran des Receptaculums dem Indusium, die Columella der Leiste vergleichen), kenne ich keine Analoga.

Entfernte, ich sage entfernte, Analoga für die Receptacula der *Rhizocarpeen* finden sich vielleicht für das von *Salv.* in den Indusien der Gruppe der *Hymenophyllaceae* und *Cyatheaceae*, für das von *Mars.* in den der *Marattiaceae*.

Nachtrag.

Nachdem bereits die Tafeln und die ersten Bogen meiner Abhandlung gedruckt waren, erhielt ich die von *Griffith* ⁽¹⁾ über die Entwicklung des Receptaculums ⁽²⁾ von *Salvinia verticillata* Roxb. und *Azolla pinnata* R. Br. Da der meiner Abhandlung bestimmte Umfang einen ausführlicheren Bericht nicht zulässt, ausserdem das Verständniss der Entwicklung von *Azolla* ohne Abbildungen äusserst schwierig ist, so beschränke ich mich in diesem Nachtrag auf die Erörterung der Hauptpunkte von *Griffith's* Arbeit.

Was die Untersuchungen von *Salv. verticillata* betrifft, so stimmen diese, mit Ausnahme eines einzigen, im Wesentlichen mit den meinigen von *Salv. natans* überein. Bei der Entwicklung des Receptaculums (Ovulum) sah nämlich *Griffith* die oberflächlichen Zellen der zuerst entstehenden Hervorragung (nucleus) warzenartige Erhebungen bilden, und in der Folge aus diesen sich die zelligen Säckchen (capsulae secundariae) von Ovulum und Anthere entwickeln; er findet ferner in der rings um die erste Hervorragung sich erhebenden Membran (integument) welche diese anfangs becherartig umgiebt und dann völlig einschliesst, die äussere und innere Membran des Receptaculums (Capsula), und giebt als den ersten Unterschied des Receptaculums der Ovula und Antheren an, dass in ersterem nur einzelne der oberflächlichen Zellen des Kerns, hingegen in letzterem sämtliche diese warzenartigen Erhebungen darstellten. — Wie ich aus *Griffith's* aus-

⁽¹⁾ On *Salvinia* and *Azolla*. Calcutta Journ. of nat. hist. Geol. and Zool. b. J. M. Clelland, Botany. b. W. Griffith. Vol II. Nr. XVIII. Juli 1844. p. 227-272. Tab. XV-XX.

⁽²⁾ Ich gebrauche dieselben Ausdrücke, die ich in meiner Abhandlung angenommen habe, und setze die von *Griffith* in Parenthese bei, bei *Azolla* ausserdem noch so weit, als ich es für zweckmässig erachte die von *R. Brown*. (Verm. Schrift. I. p. 162). *Meyen* (Nov. act. XVIII. Taf. I. p. 508.) u. *Martius* (Icon. select pl. crypt. fl. brasil. 1827. p. 125.)

geführten Abbildungen erschen kann, stimmen unsere Beobachtungen überein und nur die Deutung derselben ist verschieden. Ich nahm nämlich an, dass innerhalb der ersten Hervorragung, nicht auf ihrer Oberfläche, die zelligen Säckchen von Ovulum und Anthere entstünden und dass der äussere Theil der ersten Hervorragung die innere Membran des Receptaculums und der sich ringum erhebende Theil die äussere Membran desselben darstelle, und dass beide Membranen miteinander verwachsen. Ich muss gestehen, dass ich über meine Deutung zweifelhaft geworden bin, dass mir namentlich die gleichzeitige Entstehung beider Membranen des Receptaculums mehr an Wahrscheinlichkeit für sich hat; doch muss ich auf der andern Seite bemerken, dass, wiewohl ich selbst ebenfalls die Zellen der ersten Hervorragung locker vereinigt gesehen habe, in diesen nicht die Anlage der Ovula und Antheren erkennen konnte, und dass, als ich diese erkannte, die Zellen der *Columella*, als welche also nach *Griffith's* Beschreibung die erste Hervorragung betrachtet werden müsste, in viel geringerer Menge vorhanden waren und einen bedeutend kleineren Raum einnehmen, als die der gesamten ersten Hervorragung. Ich hatte leider keine Gelegenheit mehr, diese Untersuchungen zu wiederholen, und muss daher die Entscheidung dieses Punktes späteren Beobachtungen überlassen. Den ersten Unterschied von Receptaculum, von Ovulum und Anthere fand ich ebenfalls in der Zahl der Anlagen der zelligen Säckchen, und habe hier angegeben, dass die der Ovula immer einzeln, die der Antheren auch zu mehreren von den einzelnen Zellen der *Columella* getragen werden. Letzteres Verhältniss, das wenigstens bei *Salv. natans* bestimmt vorkommt, erwähnt *Gr.* nicht. — *Gr.* beschreibt alsdann die Entstehung der zelligen Säckchen (*Capsulae secundariae*, die Entstehung von Mutter- und Tochterzellen mit drei Leisten (in den Antheren sah er ebenfalls keine Mutterzellen) in denselben, sah in dem Ovulum eine der Tochterzellen sich zum Embryosack (*saccus luteus*) ausdehnen und die übrigen resorbirt werden. Gerade unter den drei Leisten des Embryosacks beobachtete er ferner jenen wandständigen Kern (warzenartigen Fortsatz in der Höhle des Sacks), sowie die sehr zarten transitorischen Zellen in dem Inhalt desselben. Dann beschreibt er die Entstehung der äusseren Haut (*Incrustatio*), die ebenfalls an der Spitze drei Lappen und in der Mitte zwischen diesen einen kleineren vierten hat. Hier unterscheidet sich aber *Salv. verticillata* dadurch von *Salv. natans*, dass der Embryosack zwischen diesen Lappen der äussern Haut freiliegt und dass man die drei Leisten, die gerade zwischen den Lappen, also der Spitze des Ovulums entsprechend, liegen, noch erkennen kann, während bei *Salv. natans* die drei Leisten schon vor Beginn der Secretion der äussern Haut verschwunden sind, und sich unter den drei Lappen noch ein concentrischer Theil der äussern Haut hinzieht. Bei der Entwicklung der Anthere nimmt *Gr.* constant an, dass die Tochterzellen in einzelnen Parthieen an der Wand des Säckchens liegen, dass die Secretion um einzelne Parthieen beginne und die secernirten Massen nach innen allmählig sich vereinigten.

Bei *Azolla pinnata* *R. Br.* sind die Receptacula (ovula) paarweise von einem Involucrum umhüllt. Ihre Entwicklung stimmt in den ersten Perioden vollkommen überein; es entsteht zuerst eine längliche, zellige Hervorragung (*nucleus*), die allmählig von einer sich ringsum erhebenden Membran (*integumentum*) umgeben wird, welche Membran endlich bis auf eine kleine Oeffnung über dem Kern verwächst. Mit dieser Oeffnung kommen perlschnurartige Fäden in Berührung, dringen durch diese ein, lösen sich allmä-

lich in ihre Glieder auf, und füllen den Raum zwischen dem Kern und dem Integument vollkommen aus. Dann erscheinen an der Basis des Kerns schmalere zellige Hervorragungen in bedeutender Anzahl, die sich von innen nach aussen, die obersten an der Basis des Kerns zuerst, entwickeln, und nun erst treten die Verschiedenheiten beider Organe auf, indem sich entweder die erste Hervorragung, der Kern, oder die seitlichen kleinen Hervorragungen entwickeln, und zwar verändern sich entweder beide von einem Involukrum umgebene Receptacula (capsula) auf gleiche oder auf verschiedene Weise, so dass also keine durchaus bestimmte Stellung beider existirt.

Entwickelt sich der Kern, (Organa mascula R. Br. Meyen; Org. calyptratum Mart.) so tritt in diesem zuerst eine grummöse Masse auf; in dieser zeigt sich bald eine hellere Scheibe die sich rasch vergrössert, und dann deutlich einen gelben Sack darstellt (Loculus inferior R. Br., Vesicula Mart.), der von einer derbwandigen Zelle, die auf der obern Fläche 3 Leisten hat, gebildet wird. Um diese Zelle beginnt nun, hauptsächlich nach oben, die Secretion amorpher Massen, mit deren Entwicklung der Kern ausgedehnt wird, so dass er nun nur ein Säckchen, aus einer Zellenschichte bestehend (capsula secundaria, membrana nuclearis), darstellt, welches der Membran des Receptaculum dicht anliegt. Gleichzeitig werden die Glieder der perlschnurartigen Fäden allmählig durch die Oeffnung des Receptaculum hinausgedrängt. Diese secernirten Massen (Loculus superior R. Br. Axis tricuris Mart.) stellen im ausgebildeten Zustand (ihre Entstehung ist bei Gr. nicht hinlänglich auseinandergehalten) 1) 9 Lappen (Corpuscula R. Br. Anthere R. Br. Meyen) dar, von denen 6 kleinere unmittelbar auf dem gelben Sack, dessen Membran an dieser Stelle drei Leisten zeigt, die 3 obern aber grösser, auf diese sechs, aufsitzen. Diese Lappen sind sämmtlich an einer gemeinschaftlichen Axe befestigt und durch feine Fäden, in denen keine Structur zu erkennen, mit einander vereinigt; sie sind ursprünglich vollkommen homogene Massen und ahmen erst später allmählig Zellen nach, und wenn sie diese Ausbildung erreicht haben, so ist ihre gemeinschaftliche Axe noch völlig gleichförmig; 2) eine conische Haube, die die obern Lappen bedeckt und an ihrer Spitze eine braune Warze hat, die der Oeffnung des Receptaculum entspricht. Sie ahmt ebenfalls nur Zellen nach. 3) eine dünne, ebenfalls Zellen nachahmende Schichte um den untern Theil des gelben Sacks. Später springt das Receptaculum ringsum auf und der ganze Körper ist von dem feinen Säckchen des Kerns umgeben.

In dem andern Organ (Organ. foem. R. Br. Meyen. Or. indusiatum Mart.) entwickeln sich die Hervorragungen an der Basis des Kerns, der selbst völlig unverändert bleibt. Die Receptacula (Capsula Gr. Involucrum interius R. Br. Indusium Mart.) erhalten eine mehr runde Gestalt. Aus den Hervorragungen entstehen zellige, langgestielte Säckchen (Capsulae secundariae Gr. Capsulae R. Br. Sporangia Mart. Meyen.), in welchen alsdann grummöse Massen, Mutter- und Tochterzellen mit 3 Leisten (erstere nicht genügend beobachtet) entstehen. Letztere haben eine gelbliche Farbe, sind anfangs gleichförmig in dem Säckchen vertheilt, ordnen sich alsdann in etliche Parthieen an und werden nach Secretion amorpher Massen, welche erhärten und Zellen nachahmen, in 2-4 Parthieen (Semina R. Br. Grana Mart. Granula Meyen.) vereinigt. Die innern gegeneinander liegenden Seiten dieser erhärteten Massen haben unregelmässige Fortsätze; in ihrem Innern kann man noch die gelben Tochterzellen erkennen.

Vergleichen wir nun *Azolla* mit *Salvinia*, so ergiebt sich, dass bei *Azolla* die Receptacula paarweise von einem Involucrum umhüllt sind, bei *Salvinia* hingegen frei stehen,

dass die Receptacula beider sich auf gleiche Weise entwickeln, dass sie bei *Azolla* offen bleiben, bei *Salvinia* vollkommen geschlossen werden, dass bei *Azolla* in jedem die Anlage von einem Ovulum und zahlreichen Antheren vorhanden ist, sich aber immer nur, entweder ersteres allein oder letztere entwickeln, dass bei *Salv.* hingegen Ovula und Antheren an verschiedene Receptacula gebunden sind, und auch erstere sich in Mehrzahl entwickeln.

Die ersten Veränderungen in dem Ovulum von *Azolla* scheinen mir nicht genügend von *Griffith* beobachtet, und ich nehme an, dass, da die grosse Zelle drei Leisten hat, sie ebenfalls als eine Tochterzelle zu betrachten ist, durch deren Wachsthum die übrigen zur Resorption gebracht wurden, und stelle sie ganz in Parallele mit dem Embryosack von *Salvinia*, sowie ich dieses ganze Organ (Org. masc. R. Br. Meyen. Org. calyptratum Mart.), für das Ovulum von *Azolla*⁽¹⁾ halte. Desgleichen halte ich jenen sonderbaren zusammengesetzten Körper, der auf dem Embryosack entsteht, ebenso wie die 3 Lappen der äussern Haut des Ovulums von *Salvinia* als ein Produkt der Secretion.

Die Antheren von *Azolla*, welche also das unentwickelte Ovulum umgeben, unterscheiden sich nur dadurch von denen von *Salvinia*, dass ihre Tochterzellen, Pollenkörner, nicht wie bei *Salvinia* in eine, sondern in mehrere Parthieen durch secernirte Massen vereinigt werden.

Wir finden also unsere Ansicht, dass die Hauptunterschiede, wie ich oben für die deutschen Rhizocarpeen angegeben habe, der entsprechenden Fortpflanzungsorgane der Rhizocarpeen durch das Auftreten der secernirten Massen entstehen, auch bei *Azolla*⁽²⁾ bestätigt (S. ob. p. 32).

Während beinahe sämtliche Autoren der Rhizocarpeen sich mit der Frage beschäftigten, ob eine Befruchtung der Ovula durch die Antheren stattfindet, oder nicht, finden wir bei *Griffith*⁽³⁾ eine Ansicht entwickelt, und mit solchem Scharfsinne durchgeführt, dass wenn wir ihr auch nicht im mindesten beistimmen können, doch die Hauptpunkte derselben hier erörtern müssen.

Griffith ging von dem Satz aus, dass bei allen höheren Cryogaptmen eine Befruchtung stattfindet, dass bei allen ein Ovulum vorhanden sei, und dass diese Befruchtung sich darin von der der Phanerogamen verschieden zeige, dass nichtwie bei diesen ein Embryo entstehe, sondern dass die Entwicklung der sporenhaltenden Kapseln dadurch

(¹) Ich habe leider nur Gelegenheit gehabt, nach getrockneten Exemplaren die Antheren von *Azolla magellanica* Willd. zu untersuchen. Hier schliesst ein zelliges Säckchen, dessen Zellen wie bei *Azolla pinnata* geschweifte Wandungen haben, 6-8 Massen ein, welche die Pollenkörner enthalten. Diese einzelnen Massen ahmen nach aussen grössere Zellen nach, die von kleinen Maschen durchzogen erscheinen, und sind nach der Seite, mit welcher sie mit der Wandung des Säckchens in Berührung stehen, mit haarähnlichen Fortsätzen, deren Spitze mit einem Wiederhaken versehen ist, befestigt. Man kann meist einige Querwände an diesen erkennen, doch kann ich sie auch nicht als aus wirklichen Zellen bestehend anerkennen. Diese Fortsätze fehlen nach der Seite, wo die Massen aneinander liegen. Diese Massen werden durch Jod nicht gefärbt, und durch Schwefelsäure nicht verändert. In jeder sieht man 6-8 gelbe Flecken, und wenn man sie mit einem Glasblättchen drückt, kann man deutlich die Pollenkörner erkennen; reibt man sie zwischen 2 Glasblättchen, so kann man die Pollenkörner, wie oben für *Salv.* angegeben, isoliren.

(²) Bei der Gattung *Azolla* selbst kommen Verschiedenheiten sowohl in der Zahl der Lappen auf dem Embryosack, als der Zahl der Massen, in welche die Pollenkörner vereinigt sind, vor. *Meyen* wollte danach dieses Genus in *Azolla* und *Rhizosperma* trennen.

(³) Zu bemerken ist, dass *Gr.* weder das Keimen von *Salv.* und *Azolla* gesehen, noch die Untersuchungen Anderer, als die von *Vaucher* von *Salv.* gekannt hat. Das Keimen von *Azolla* ist überhaupt noch nicht beobachtet.

angeregt werde, dass keine Vergleichung der Sporen der Cryptogamen mit den Pollenkörnern der Phanerogamen zulässig sei, weil erstere erst in Folge einer Befruchtung entstünden, letztere nicht.

Bei den Moosen gründet *Griffith* seine Ansicht der Befruchtung darauf, dass der (sogenannte) Styluskanal in Folge der Berührung mit der befruchtenden Materie, die er von den Antheridien ableitet, sich an der Spitze öffne, einen bis in das Ovarium offenen Kanal darstelle, und ferner auf die gleichzeitige Entwicklung einer Zelle in demselben, die er als Ovulum betrachtet.

Bei *Azolla* und *Salvinia* betrachtet *Griffith* die Receptacula, auf die Aehnlichkeit ihrer Entwicklung mit dem phanerogamen Ovulum gestützt, als ovula atropa, er betrachtet sie gleichfalls als Axengebilde, wie die Ovula der Phanerogamen, und ist bei *Salvinia*, wo er die Schwierigkeiten dieser Paralellisirung anerkennt, geneigt, da die erste Hervorragung des Receptaculums schon so viele Anlagen der zelligen Säckchen trägt, dieses mit einem Ovulum, das mehrere Embryosäcke enthält, zu vergleichen. Bei *Azolla* betrachtet er die perlschnurartigen Fäden, die in die Oeffnung des Receptaculums eindringen, mit dem Kern in unmittelbare Berührung kommen, und sich hier in einzelne Glieder auflösen, als die männlichen Theile, und vergleicht, wiewohl er sich die Schwierigkeiten nicht verhehlt, die einzelnen Zellen derselben mit Pollenkörnern, wie zum Beispiel bei *Najas*, und lässt in Folge von ihrem Einfluss die weitere Entwicklung des Kerns und der seitlichen Protuberanzen entstehen. Er sah diese Körner nie in den Kern eindringen und nimmt nur aus der unmittelbaren Berührung derselben mit dem Kern die Befruchtung an. Er vergleicht ausführlich das Ovulum von *Azolla* mit dem der Gynnospermen z. B. von *Cycas*, wo ebenfalls die Pollenkörner in Menge in unmittelbare Berührung mit dem Kern kämen. Ferner giebt *Griffith* an, dass diese perlschnurartigen Fäden an jungen Theilen des Stengels vorkommen ⁽¹⁾.

Bei *Salvinia* betrachtet er die Haare ⁽²⁾, die ich zuletzt beschrieben habe, als Antheren, und ihren Inhalt als die befruchtende Materie, die er mit dem der Antheridien der Moose ⁽³⁾ vergleicht. Er giebt ebenfalls an, dass dieser Inhalt aus Körnchen bestehe, die in der Endzelle des Haars am grössten sind und sich lebhaft bewegten, so dass kein Zweifel obwaltet, dass wir hier gleiche Theile gesehen. Ich muss mich aber entschieden gegen die Ansicht aussprechen, dass dieser Inhalt etwas mit dem der Antheridien gemein habe, denn die Entstehung derselben durch Ausdehnung, wie es scheint, amorpher Körnchen, ihre scharfe dunkle Contour, unterscheiden sie hinlänglich von den Spiralfadenzellen und Spiralfäden der Antheridien. Ich war selbst lange bemüht, namentlich wegen ihrer Bewegung, zumal da sie durch Jodtinktur still steht, Analoga der Antheridien in diesen Haaren aufzufinden, und habe nie etwas Aehnliches erkennen können. (Haben sich einige dieser Körnchen bereits zu grösseren Bläschen ausgedehnt, und liegen sie ruhig, wäh-

⁽¹⁾ Nach *Meyen*, Haarlemer Preisschrift. Tab. VIII. A. Fig. 9, 13. p. 506 kommen diese Fäden zwischen den beiden Oberhäuten des Blatts vor.

Ich beobachtete, als ich getrocknete Exemplare von *Azollen* aufweichte, vielfach diese Fäden an dem Stengel ansitzend. Sie lösten sich sehr schnell in einzelne Glieder auf, und diese stellten dann runde braunwandige Zellen dar. Sie hielten sich über 3 Monate im Wasser unverändert.

⁽²⁾ Taf. II. 54-41. Diese Haare sind nach *Griffith* die männlichen Theile von *Hedwig*. Ich konnte dieses Werk nicht vergleichen. Er bestimmt für diese Haare dasselbe Vorkommen, wie ich oben.

⁽³⁾ Die mikroskopische Beschaffenheit desselben, die Spiralfäden, erwähnt *Griffith* nie.

rend kleinere Körnchen noch in derselben Zelle vorhanden sind, die sich bewegen, so scheint es oft, wenn gerade ein kleineres über einem grösseren liegt, als ob es sich in diesem bewege, doch ist dieses immer nur eine Täuschung.) *Griffith* giebt eine Abbildung, wo diese befruchtende Materie mit der Oeffnung des Receptaculums in Berührung sein soll, doch ist diese leider so unklar, dass sie keinen Schluss erlaubt, ob sie nur von diesen Körnern gebildet werde ⁽¹⁾.

Griffith lässt demnach erst in Folge der Befruchtung die Entwicklung der Kapseln, wie er nun sämtliche Receptacula nennt, beginnen und betrachtet die zelligen Säckchen der Ovula und Antheren als secundäre Kapseln; die Antheren selbst nur als abortirte Ovula und hält die Ausdehnung einer Zelle und die Resorption der übrigen als eine Eigenheit der Rhizocarpeen, indem ihm dieser Vorgang bei *Pihularia* und *Marsilea* ebenfalls bekannt ist. — Als Unterschied von der Entwicklung der Kapsel von *Azolla* und der der Moose giebt *Griffith* an, dass bei letzteren das Ovulum keine Veränderung erleide, als die, dass es von der Seta emporgehoben werde, bei *Azolla* auch diese nicht stattfinde.

Indem ich hier von *Griffith's* Ansichten abbreche, da es nicht möglich, sämtliche Beziehungen und Bemerkungen, die namentlich in morphologischer Beziehung von grossem Interesse sind, hier mitzutheilen, bemerke ich schliesslich, dass jene männlichen Organe *Griffith's* weder bei *Azolla* einen Vergleich mit Pollenkörnern, noch bei *Salvinia* mit dem Inhalt der Antheridien zulassen; dass ferner, wenn auch die Berührung dieser Theile mit dem Kern (die ersten Hervorragungen des Receptaculums) in so früher Periode (wie bei *Azolla* erwiesen, bei *Salvinia* zweifelhaft ist) stattfindet, damit noch nicht ein Beweis der Befruchtung, d. h. dass erst durch sie die Entwicklung der Fortpflanzungsorgane angeregt werde, geliefert ist, so wenig, als diese für die Moose und Lebermoose durch die Antheridien bis jetzt anerkannt werden kann.

(¹) *Griffith* unterscheidet in allen 5 Arten die Befruchtung, die bei den höheren *Acotyledonen* stattfindet 1.) die befruchtende Materie kommt in Berührung mit der Spitze des Pistills, bei Moosen; 2.) sie kommt in Berührung mit dem nucleus des Ovulums direkt, *Azolla* und *Salvinia*; 3.) sie wirkt auf die Stelle des Laubs, wo später die Kapsel sich entwickelt. Dieses begründet *Griffith* durch eine Beobachtung an *Anthoceros*, wo an der Stelle des Laubs, wo sich später die Kapsel entwickelt, ein Fleck von ähnlicher Beschaffenheit, wie der Inhalt der Antheridien, sich fand, und von diesem Flecken aus eine röhrenartige Verlängerung in das Laub sich senkte. — Ohne diese Beobachtung in Zweifel ziehen zu wollen, bedaure ich nur, dass *Griffith* nicht genauer angiebt, von welcher Beschaffenheit der Theil war, von welchem diese Röhre ausging. Ich selbst habe im Juni dieses Jahres an Exemplaren von *Polytrichum*, mit reifen Antheridien, nachdem sie ungefähr 14 Tage bereits in einer Kapsel aufbewahrt wurden, zwischen den Blättern milchartige weisse Flecken beobachtet. Die microscopische Untersuchung zeigte, dass sie aus einer Unmasse von theils freien, theils noch in ihren Zellen eingeschlossenen Spiralfäden bestanden, die, nachdem ich einige Tropfen Wasser zusetzte, die lebhafteste Bewegung angingen. An andern Exemplaren, wo der Inhalt nicht spontan ausgetreten war, liess sich der Inhalt durch einen leisen Druck in Gestalt dieser Flecken darstellen. Trocknen diese Flecken ein, so stellen sie gelbliche grummöse Massen dar, die sich bei einiger Uebung auch noch an den Blättern der Pflanze erkennen lassen. Weichte ich diess wieder auf, so konnte ich wohl noch hie und da die Spiralfäden erkennen, doch die Bewegung kehrte nie wieder. *Bischoff* sah den Inhalt der Antheridien von *Riccia* (Nov. acta. Vol. XVII. Pars. II. Taf. LXXI. Fig. 6 a. p. 1066) in solchen Tröpfchen. *Endlicher* und *Unger* (Grundz. §. 591) geben dasselbe ebenfalls an; doch sämtlich ohne die mikroskopische Untersuchung.

Erklärungen der Abbildungen.

Salvinia natans.

Taf. I.

Fig. 1-34 Entwicklung des Ovulums.

1. Entwicklung des zelligen Säckchens. a. erste Zelle, 0,006 Par. Lin., aus welcher sich das Säckchen entwickelt, mit schleimig körnigem Inhalt und einem Kern. b. desgleichen, 0,01''' mit mehreren Kernen. c. Weitere Entwicklung des Säckchens, die beiden untersten Zellen werden der Stiel. Länge 0,014'''. d. 0,016'''.

6. a. 0,026'''. b. 0,046'''.

2. Das Eisäckchen sammt dem obern Theil seines Stiels, so eingestellt, dass man die Zellen der Oberfläche erkennen kann. Länge 0,056''', Breite 0,048'''.

3. dasselbe, so eingestellt, dass man den Inhalt erkennen kann. Die grössten der Zellen desselben = 0,007'''.

4. Eisäckchen, 0,086''' lang, von schleimig körnigem Inhalt, Kernen und Zellen erfüllt, an denen zum Theil 3 Leisten kenntlich sind. a. Eine der letzteren, die sich zum Embryosack ausdehnt 0,02'''.

5. a. Eisäckchen 0,14'''. b. Embryosack, hat sich bedeutend vergrössert = 0,10''' und der grösste Theil des übrigen Inhalts des Eisäckchens ist resorbirt. Der Embryosack hat noch drei Leisten. c. Primordialschlauch. d. Zelle mit dem ausdauernden Kern in dem Embryosack.

7. a. c. Kerne in dem amorphen körnigen Bildungstoff eingebettet 0,002-0,003'''. b. die Körnchen halten sich in einer gewissen Entfernung von dem Kern. d. Junge Zelle, nur den Kern enthaltend.

8. a. 0,004-0,005'''. b. In dem Kern ist deutlich ein Kernkörperchen sichtbar.

9. Verschiedenheiten und Veränderungen dieser Zellen, bis sie Mutterzellen werden. a. 0,005'''. f. 0,010'''.

10. Mutterzelle = 0,014''' mit 4 Kernen sammt Kernkörperchen.

11-14. Mutterzellen, Tochterzellen umschliessend.

12. = 0,015'''. 13. = 0,018'''. 14. = 0,010'''.

15. Mutterzellen, 0,016''', die eine ausgebildete Tochterzelle enthalten. a. b. die übrigen Tochterzellen scheinen in Resorption begriffen. c. sie sind völlig verschwunden.

16. 4 Tochterzellen, aneinanderliegend, aber nicht mehr von einer Mutterzelle umschlossen.

17. Mutterzellen, deren Membran stärker als gewöhnlich ist, von einer äussern zarten Haut umgeben. a. = 0,010'''. b. = 0,012'''.

18. Sehr grosse Mutterzellen, 0,030''' (das Eisäckchen, aus dem sie herrührt = 0,1'''), in der die Zellenbildung vom Bildungstoff durch Mutterzellen bis zu den Tochterzellen stattfindet. An 4 Zellen, die sie enthält, erkennt man die 3 Leisten.

19. Eine ähnliche, 0,018''' lang, 0,014''' breit (Eisäckchen = 0,06'''), nur, dass man an den Zellen, die sie einschloss, keine 3 Leisten erkennen konnte. a. Wie sie sich nach der Entfernung aus dem Eisäckchen darbot. b. Nach Einwirkung von Jodtinktur.

20-23. Tochterzellen, sämtlich durch die 3 Leisten kenntlich. Ihre Grösse variirt von 0,005-0,009'''.

20. Verschiedenheiten derselben, ihre Contour ist noch äusserst zart.

21. Desgleichen, aber mit der äussern zarten Membran 0,012-0,014'''.

22. Ihre Membran ist derber geworden. a. b. Sie zeigt 2 scharfe Contouren. c. nur eine.

23. 0,014'''. Sie hat eine scharfe Contour, ist von einer äusserst zarten Membran umgeben. a. Primordialschlauch.

24-26. 31 Embryosäcke aus dem Eisäckchen entfernt.

24. 0,120''', enthält einen wandständigen Kern, der von einer Zelle, 0,018''', umgeben ist. Der schleimig körnige Inhalt des Embryosacks umgiebt diese Zelle.

25. 0,080'''. Die 3 Leisten sind kenntlich, grade unter ihnen liegt der Kern, 0,004'''. Die transitorischen Zellen beginnen sich zu entwickeln.

26. 0,14^{'''}. Der Durchmesser der Membran des Embryosacks, 0,002–0,003^{'''}. Die Zelle mit bleibendem Kern, in dem 5 Kernkörperchen liegen, ist durch ihre scharfe Contour von den transitorischen Zellen, die den Embryosack dicht erfüllen, und deren grösste 0,020^{'''}, leicht zu unterscheiden.

31. Junge Embryosäcke mit den 3 Leisten. a. 0,020^{'''}. Die ausdauernde Zelle 0,005^{'''}, ihr Kern 0,002^{'''} und mit transitorischen Zellen dicht erfüllt. b. Er enthält nur einen Kern.

32. a. Die transitorischen Zellen aus dem Embryosack ausgedrückt, platteten sich gegenseitig ab, zwischen den Kanten häufte sich der übrige Inhalt an. b. Ihre Entstehung um Kerne.

27. Der obere Theil des Ovulums. a. Embryosack. b. concentrische Schichte der äussern Haut. c. d. e. die 3 grossen Lappen derselben, die Zellen nachahmen. f. der kleinere vierte Lappen; der höchste Punkt der Lappen ist 0,044^{'''} vom Embryosack entfernt. Die grössten der scheinbaren Zellen = 0,010^{'''}.

28. Stücke der äussern Haut, nachdem sie Zellen nachahmt. a. Embryosack. b. äussere Haut. Die scheinbaren Zellen 0,003–0,004^{'''}.

29. Stück der äussern Haut. a. Embryosack. b. äussere Haut; es entstehen zuerst scheinbare grössere Zellen, und in diesen die kleineren.

30. Die äussere Haut, gleich nach dem Beginn der Secretion, in einer dünnen Schichte von dem Embryosack gelöst, stellt eine gleichförmige Masse dar, in der hie und da Höhlen liegen.

33. Die Hälfte eines Ovulums, 0,14^{'''} lang, dessen äussere Haut aus sehr grossen, scheinbaren Zellen, deren grösste = 0,030^{'''}, besteht. Abnorme Bildung.

34. 3 scheinbare Zellen, 0,004–0,007^{'''}, der äusseren Haut, durch amorphe Intercellularsubstanz und mit einem Netz kleinerer scheinbarer Zellen überzogen.

35–57. Entwicklung der Anthere.

35–39, 43–45. Entwicklung des zelligen Säckchens.

35. a. Die erste Zelle desselben, 0,006^{'''}. b. 0,011^{'''}.

36. 43. Eine Zelle des Mittelsäulchens trägt 3 zellige Säckchen.

36–37. Länge der zelligen Säckchen 0,016^{'''}.

39. a. Das runde Säckchen = 0,014^{'''}, b. mit Stiel 0,026^{'''}.

44. Der Inhalt des Säckchens schimmert durch.

41. a. Kerne mit Kernkörperchen, 0,002–0,003^{'''}, von dem Bildungstoff umgeben. b. Die Körnchen des letzteren halten sich in einer gewissen Entfernung um den Kern, 0,004^{'''}.

42. 50. Zellen, denen die 3 Leisten fehlen, wahrscheinlich die Mutterzellen; ihre Membran ist äusserst zart.

42. a. Neuentstandene Zellen, 0,005^{'''}. b. mit Körnchen dicht erfüllt, 0,006^{'''}. c. 0,007^{'''}, mit Kernkörperchen. d. 0,007^{'''}, mit Kern und Kernkörperchen. e. an einer Seite verdickt.

50. 0,007–0,008^{'''}. a. Mit Kern und Kernkörperchen. b. An einer Seite verdickt. c. Mit der äusseren zarten Haut.

49. 53–57. Tochterzellen, sämmtlich durch die 3 Leisten kenntlich, 0,006–0,008^{'''}.

49. a. b. Mit einer starken Membran. c. Die Membran erscheint von einem durchsichtigen Ring umgeben, indem die Membran dicker wird. Die Körnchen halten

sich in einer gewissen Entfernung. d. Dasselbe ohne die umgebenden Körnchen.

53. a. Die Tochterzelle hat eine starke Contour, c. ist von einer äussern zarten Membran umgeben. b. d. Sie haben 2 scharfe Contouren und sind von einer äussern zarten Membran umgeben.

54. Die Tochterzellen sind deutlich abgeplattet, auf der Seite, wo die 3 Leisten sich befinden und die äussere Membran umgibt sie in weitem Umfang.

55. Die Tochterzellen sind abgeplattet.

56. Zu 4 tetraëdrisch vereinigt, aber von keiner Mutterzelle umgeben.

57. 3 Tochterzellen, durch die äussere zarte Haut mit einander in Berührung.

51. 52. Der Inhalt in einer zusammenhängenden Masse aus dem zelligen Säckchen entfernt. a. 0,016^{'''} (zelliges Säckchen 0,030^{'''}). Sie erscheint in 6 Parthieen getheilt, die Contouren sind schärfer hervorgehoben, als es in der Natur war. b. 0,012^{'''} (zelliges Säckchen 0,034^{'''}). Sie erscheint in 3 Parthieen getrennt. c. 0,014^{'''} (zelliges Säckchen 0,030^{'''}). d. 0,012^{'''} (zelliges Säckchen 0,024^{'''}). Sie stellt in beiden und in 52. nur eine Masse dar, in welcher man nur Kerne von verschiedner Grösse erkennen kann.

40. Zelliges Säckchen, 0,08^{'''}, von Tochterzellen dicht erfüllt, der Bildungstoff ist beinahe völlig resorbirt.

46. Die Tochterzellen, an denen zum Theil noch die 3 Leisten sichtbar sind, sind durch die secernirte amorphe Masse vereinigt. Bei a. ahmt diese bereits Zellen nach.

47–48. Tochterzellen, durch Reiben zwischen Glasblättchen aus ausgebildeten Antheren dargestellt.

47. a. b. c. Pollenkörner, e. mit 3 Leisten. d. Ein Stück der secernirten Masse, das Zellen nachahmt.

48. a. Die Pollenkörner enthalten körnigen Inhalt, b. c. sind geplatzt, letztere zeigt noch die 3 Leisten.

Taf. II.

1. Das Ende des geplatzen Ovulums; zwischen den Lappen liegen die Pollenkörner in Menge. Von der Seite gesehen.

2. Die äussere Haut des Ovulums ist entfernt. a. der obere Theil des Embryosacks. b. der Keimwulst von dreieckiger Basis, mit welchem die Pollenkörner in Berührung stehen. In der Mitte des Keimwulstes fallen bereits 4 Zellen auf. Von oben betrachtet, den erhabenen Theil des Keimwulstes im Fokus.

3. Keimwulst b., aus dem Ovulum entfernt. Er ist mit dem obern Theil des Embryosacks a. verbunden. Unter den 4 braunen Zellen des Keimwulstes sieht man eine dunklere Stelle, die von dem Embryo herrührt.

4–17. Verschiedene Beschaffenheit der Pollenkörner, die ich immer nur in Berührung mit dem geplatzen Ovulum durch Pilzfäden etc. vereinigt fand. Ihre Grösse variirt von 0,006–0,016^{'''}.

4. 9. a. Gewöhnliche Beschaffenheit der Pollenkörner. b. die Körner des Inhalts sind von dem Primordialschlauch umgeben.

5–7. Sie enthalten einen Kern.

8. Zellen (Pollenkörner?), die in Folge ihrer Lage zu andern verschiedene Gestalten angenommen haben.

10. Pollenkorn, das etliche grosse Körner enthält.
 11. Es enthält einen granulirten Kern.
 12. Der Kern ist sehr gross und hat im Innern noch eine kleinere Contour.
 13. Die Pollenkörner mit Schläuchen.
 14. Das Pollenkorn enthält einen Kern mit Kernkörperchen.
 15. Es enthält einen sehr grossen Kern, der eine scharfe zweite Contour im Innern hat.
 16. a. Der Kern hat 2 Contouren, die nach Einwirkung von Salpetersäure, b. (dasselbe Präparat) auseinander weichen.
 17. a. b. e. Kleinere Pollenkörner mit granulirtem Kern, die unter den andern lagen. c. d. Frei liegende Kerne.
 18. 19. zeigen die bestimmte Richtung des Keimwulstes und des Embryos zum Ovulum. a. das geplatze Ovulum. b. der durch den Embryo vorgetriebene Theil des Keimwulstes. c. die absteigenden Fortsätze des Keimwulstes. d. erstes Blatt. e. Stengel.
 20 - 22. Die 4 braunen Zellen des Keimwulstes, zwischen welchen die Pollenkörner nach *Schleiden* eindringen.
 20. 0,024". Sie haben einen grossen Intercellulargang zwischen sich.
 21. 0,020". Sie liegen dicht aneinander.
 22. Sie haben einen kleineren Intercellulargang zwischen sich.
 23. Spaltöffnungen zwischen den Zellen der obern Epidermis des Blatts der ausgebildeten Pflanze. a. der Raum zwischen den 4 hier zusammenstossenden Zellen (die hier und zum Theil auf den folgenden Figuren nur mit Strichen angedeutet sind) hat eine dreieckige Gestalt. Dieser Raum wird zum Theil vom Intercellulargang der Spaltöffnung eingenommen, von dem einen Rand derselben geht eine Contour nach dem Rand der Zellen. b. der Raum zwischen den Zellen hat eine viereckige Gestalt, die Länge beträgt 0,008", und von beiden Ecken des länglichen Intercellulargangs sieht man eine Contour nach dem Rand der Epidermiszellen hinziehen, die wahrscheinlich von 2 Spaltöffnungszellen herrührt.
 24-32. Spaltöffnungen auf der innern Membran des Receptaculums.
 24. 2 halbmondförmige Spaltöffnungszellen, von den benachbarten Zellen überragt; von der innern, gegen die Höhle des Receptaculums gerichteten Seite der Membran betrachtet. Da die Spaltöffnungszellen gegen diese Seite liegen, so erscheinen sie stärker als die Contouren der sie überragenden Zellen.
 29. Spaltöffnung, von der entgegengesetzten Seite betrachtet. In den übrigen Figuren liegen die Spaltöffnungszellen mit den übrigen Zellen der innern Membran in derselben Fläche, und sind alsdann meist eckig.
 25. 26. 27. Die eine ist bedeutend grösser als die andere.
 30. Die Verschiedenheit beider Zellen ist noch auffallender. Die Länge der oberen Zelle beträgt 0,014", die der untern 0,008".
 32. Die Spaltöffnungszellen klein, unregelmässig gestaltet; eine halbmondförmige Contour konnte ich nicht erkennen. Diese Formen lassen vielleicht einen Schluss auf denselben Bau der Spaltöffnungen der obern Fläche der Blätter zu.
 28. Abnorme Spaltöffnung. Der Intercellulargang wird auf der einen Seite von einer kleinen halbmondförmigen

Zelle, auf der andern von einer gewöhnlichen Zelle umgeben, die hier eine Ausbuchtung hat.

31. An der einen der beiden halbmondförmigen Zellen liegt nach aussen noch eine dritte.

33. Spaltöffnung von der oberen Fläche des ersten Blatts beim Keimen; besteht aus 2 halbmondförmigen Zellen.

34-36. 39. Eigenthümliche Haare an der Basis der Receptacula.

34. Jede Zelle desselben hat einen wandständigen Kern.

35. Die Zellen sind mit runden, scharf umgrenzten Körnchen oder Bläschen erfüllt, die sich lebhaft nach Art der Moleküle bewegten.

36. Einige dieser Bläschen haben eine bedeutendere Grösse erreicht.

39. In der einen Zelle sind 2, in der andern nur eins dieser Bläschen, 0,008", übrig geblieben.

37. 38. 40. 41. Eigenthümliche Haare an jungen Wurzelasern.

37. a. Der Inhalt besteht aus Körnchen von unmessbarer Kleinheit bis 0,0004". b. Diese Körnchen werden zu Bläschen, 0,0007-0,0028". c. In der Endzelle, die zuerst ihre Ausdehnung erreicht, sind die grössten 0,004".

38. 40. S. Text.

41. Die grössten Bläschen 0,007", von einem Haar, das an einer ausgebildeten Wurzelaser noch vorkam.

42-48. Entstehung des Chlorophylls innerhalb der Zellen der gewöhnlichen Haare.

42. Eine Zelle eines Haars, in welcher feine Körnchen und äusserst zarte Bläschen liegen, in welchen die Chlorophyllkörner liegen.

43. Die Bläschen auf der verschiedenen Stufe ihrer Entwicklung. (Sie sind durch die durchsichtige Zelle des Haars beobachtet und frei von diesen gezeichnet.) S. Text. a. 0,001" (das grössere). b. c. d. 0,0024". e. 0,007". g. h. 0,01".

44. Veränderungen der Chlorophyllkörner, nachdem sie aus den Bläschen freigeworden, aus den obersten Zellen der Haare. S. Text.

45. a. Ein grosses Chlorophyllkorn innerhalb eines Bläschens. b. Ein ähnliches, das frei in der Zelle lag.

46. Ein grosses Chlorophyllkorn innerhalb eines Bläschens von granulirter Beschaffenheit.

47. a. b. Grosse grüne Massen, in welchen kleinere Körner eingebettet sind. Ob das ganze Bläschen von Chlorophyll erfüllt? b. = 0,018".

48. Bläschen mit doppelten Contouren, in denen ebenfalls Chlorophyllkörner lagen, 0,004 - 0,005".

49. Junge Haare an den Wurzelasern.

50-60. Entwicklung des Receptaculums, in Umrissen; durch Schattirungen ist nur die Gestalt ausgedrückt.

50. Erste zellige Hervorragung. Höhe 0,024", Breite 0,020".

51. desgl. Höhe 0,044", Breite 0,050".

52. Die äussere Membran erhebt sich von der Basis aus und umgiebt die erste Hervorragung becherartig. Höhe 0,044", Breite 0,07".

53. desgl. Höhe 0,034", Breite 0,05".

54. desgl. Höhe 0,040", Breite 0,044".

55. desgl. Höhe 0,060", Breite 0,07".

56. Die erste Hervorragung ist beinahe umschlossen von der äusseren Membran. Höhe 0,066", Breite 0,06".

57. Die äussere Membran ist an einer Stelle höher. Höhe 0,060", Breite 0,068".

58. Spitze der äussern Membran, eine Oeffnung noch umschliessend, aber über die innere Hervorragung ausgedehnt. Länge des ganzen Receptaculums 0,2", Breite 0,16". Der den inneren Theil überragende Rand der äussern Membran 0,06".

59. Die äussere Membran, bereits vor dem Schliessen der Oeffnung an der Spitze mit dem innern Theil verwachsen und Luftkanäle bildend, 0,09".

60. a. Junges Receptaculum; der untere Theil ist breiter und die äussere Membran scheint erst im Begriff zu sein, sich zu erheben. b. Ein Theil der Anlagen der zelligen Säckchen aus einem Receptaculum. Sie bestehen aus 1 Zelle, liegen aber so dicht aneinander, dass man die Zellen der Columella gar nicht sehen kann.

Marsilea quadrifolia.

61-66. Entwicklung des Receptaculums.

61. 2 Receptacula, an dem Blattstiel hervorbrechend.

a. Der äussere Rand des centralen Gefässbündels des Blattstiels. b. Die Epidermis desselben. c. der Zweig, der von dem Gefässbündel abgeht, spaltet sich in zwei Zweige für die Receptacula. Die Haare, die dieselben umgeben, sind nicht gezeichnet. Das obere hat eine Länge von 0,12" und eine Breite von 0,08". Das untere, 0,09" lang, 0,07" breit, ist der Länge nach durchschnitten. Der dunklere Streifen ist das Gefässbündel. Nach dem Mittelpunkt des Receptaculums stehen die kleinen parenchymatösen Zellen in Reihen, ebenso längs der Peripherie. (Die Striche entsprechen nur den Richtungen derselben, die einzelnen Zellen selbst sind noch viel kleiner.)

63-66. a. Hauptstamm des Gefässbündels. b. Zweige desselben. c. das Zellgewebe, das heller ist und später den gelatinösen Strang bildet. Die Linie d. umgiebt den Raum, der heller ist als der ausserhalb derselben, der die derbe Haut wird. e. Indusien. f. Die durch Einschlag ihrer Basis entstehende Leiste, an der Ovula und Antheren sich entwickeln. g. Parenchymmasse zwischen den Indusien, die allmähig verdrängt wird. i. k. Die beiden Höckerchen des Receptaculums.

63. Die beiden platten Seiten des Receptaculums sind der Länge nach durchschnitten. Der äussere Theil der Indusien entwickelt sich und ist ringsum von Parenchym umgeben.

62. stellt einen Theil derselben Figur vergrössert dar.

64. Der Schnitt halbirt die beiden flachen Seiten des Receptaculums der Quere nach.

65. Der Schnitt, geführt wie bei 63. Die Indusien liegen aneinander; das Parenchym zwischen denselben ist resorbirt. Ovula und Antheren entwickeln sich an der Leiste der Indusien, die sich von der Basis derselben erhoben hat.

66. Das Präparat ist so dargestellt, dass beide platten Seiten des Receptaculums entfernt wurden. Man sieht die Indusien, sammt ihren Leisten, ihrer ganzen Länge nach, oben mit den Zellen des gelatinösen Strangs, die kleiner als die der Indusien sind, in Verbindung stehen, sowie unten das noch vorhandene Parenchym.

Pilularia globulifera.

67. Haare von der Epidermis des Receptaculums. a. Ein ausgebildetes. b. Ein jüngeres. Die Körner in seiner Endzelle = 0,006 - 0,008". c. Ein ganz junges.

Taf. III.

1-24. Umriss zum Keimen.

a. Das Ende des Ovulums. b. Die gelatinöse Schichte der äussern Haut. c. Die Zähne, in welche der Theil der äussern Haut, der die Spitze des Embryosacks bedeckt, aufspringt. d. Embryosack. e. Keimwulst. f. f. I. Erstes Blatt. f. II. zweites, etc. g. Pollenkörner. h. Die 4 Zellen, denen sie aufsitzen. k. Stengelende des Embryos, das mit dem Embryosack (d. h. mit einer Zellschichte des Keimwulstes, die den Embryosack bedeckt) verwachsen ist. m. Amylumkörner von dem Inhalt des Embryosacks. n. Fadenartige Ausdehnungen der oberflächlichen Zellen des Keimwulstes. r. r. I. Erste Nebenwurzel, r. II. zweite Nebenwurzel. v. Gefässbündel.

1. Der Keimwulst beginnt sich zu entwickeln, der dünne Theil der äussern Haut ist in Zähne geplatzt, 3 Pollenkörner sitzen auf dem Keimwulst.

2. So durchschnitten, dass man den ausgedehnten Theil des Embryosacks sehen kann. Breite des Keimwulstes 0,076", Höhe 0,050".

3. Dasselbe, nur mit Entfernung der äussern Haut des Ovulums. Br. des Keimwulstes 0,07", Höhe 0,03".

4. Der Keimwulst, von oben gesehen, hat auf der Spitze die 4 braunen Zellen, zwischen welchen der Inter-cellulargang liegt. An der einen Seite hängt ein Stück des Embryosacks an.

5. Weitere Entwicklung des Keimwulstes. Breite 0,13", Höhe 0,07".

6. Der Keimwulst, nach einer Seite ausgedehnt.

7. Der sich entwickelnde Keimwulst, bestehend aus den 4 braunen Zellen und einer Reihe chlorophyllhaltiger Zellen, von oben betrachtet. 0,018".

8. Der Keimwulst, nach 2 Seiten in der Richtung des Blatts und der Nebenwurzel des Embryos ausgedehnt.

9. Der Embryo, noch völlig von dem Keimwulst umgeben, hat sein Blatt vorzugsweise entwickelt; man sieht, dass das Stengelende völlig den Embryosack umwachsen hat.

10. Der Keimwulst, von dem Embryo ganz gelöst, desgleichen das Ovulum; der Embryosack bildet gleichsam eine Höhle in das Stengelende, die bis unter das zweite Blatt reicht; am Rand sieht man ein Stück des Embryosacks. Die Höhle ist durch Schattirung kenntlich gemacht.

11. Embryo, noch von dem Keimwulst eingeschlossen.

12. 4 Zellen, zwischen welchen die Pollenschläuche eindringen sollen, 0,030", lassen einen Inter-cellulargang zwischen sich.

33. Desgleichen, 0,024". Der Inter-cellulargang ist grösser.

14-15. Die 4 Zellen mit den aufsitzenden Pollenkörnern, von oben betrachtet.

16. Die 4 Zellen, von der Seite betrachtet.

17. Blatt und Nebenwurzel haben den Keimwulst nach oben und unten durchbrochen; in der Richtung h. der eingedrungenen Pollenschläuche entwickelt sich kein Theil.

18. Das zweite Blatt entwickelt sich vorn u. seitlich von dem ersten (scheinbar hinter und seitlich von demselben in Bezug auf die Lage zu dem Ovulum).

19. Der Keimwulst ist entfernt; der Embryo sitzt auf

dem Embryosack fest. Auch die zweite Nebenwurzel hat sich entwickelt.

20. Dasselbe von der andern Seite.

21. Der Embryo, vom Embryosack, dessen Höhle bis unter das zweite Blatt reicht, losgerissen bei k.

22. Richtung der ersten Blätter und Nebenwurzeln.

23. Junger Embryo, schon fest mit dem Embryosack verwachsen, der bei der Entfernung aus dem Keimwulst zum Theil hängen blieb. Die Länge desselben von der Spitze des Blatts bis zu dem Theil, der die Nebenwurzel entwickelt, 0,07'''.

Marsilea Fabri.

24. Der Keimwulst, 0,065''' hoch; das Pollenkorn, das in ihn eingedrungen, 0,014'''. g. freies Pollenkorn, das sich ausdehnt, die äussere Haut verloren hat. h. der Intercellulargang von oben gesehen.

25. Entwicklung des Embryos.

26. Fadenartige Ausdehnungen der oberflächlichen Zellen des Keimwulstes.

Pilularia globulifera.

27. Spaltöffnung der Epidermis des Receptaculums, von unten betrachtet.

28. Von oben. Sie hat hier einen äusserst feinen Intercellulargang. (Auf diesen und den nächsten Figuren ist der Theil, der hervorgehoben werden soll, mit stärkeren Contouren gezeichnet.)

29. Senkrechter Schnitt durch die Epidermis. a. beide Spaltöffnungszellen durchschnitten. b. nur eine.

Marsilea quadrifolia.

Die Spaltöffnungszellen liegen dicht aneinander.

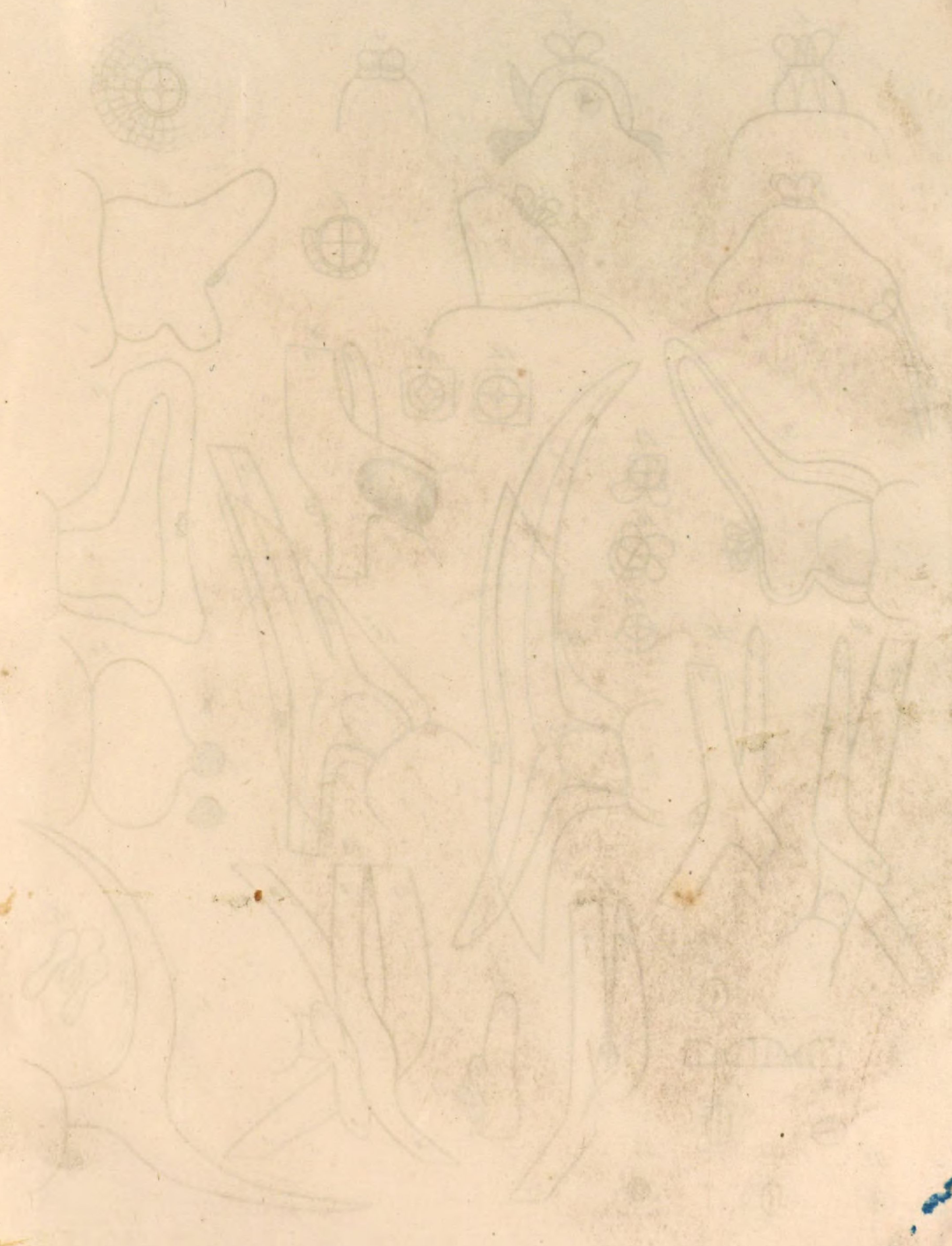
30. 31. Von unten betrachtet. In letzterem Fall ist der Schnitt durch die Lage der gestreckten Zellen geführt. Länge der Spaltöffnungszellen 0,014'''.

32 - 33. Von oben betrachtet.

34. Zelle, die früher ein Haar trug, 0,006'''.



III 124





Mettenius, Georg Heinrich,

Beiträge zur Kenntniss der Rhizocarpeen mit drei lithographirten Tafeln

Frankfurt a.M. 1846

4 Phyt. 212 t

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10229844-5